

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/051234

International filing date: 17 March 2005 (17.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 014 533.4
Filing date: 23 March 2004 (23.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 15 June 2005 (15.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 014 533.4

Anmeldetag:

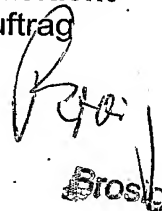
23. März 2004

Anmelder/Inhaber:Koenig & Bauer Aktiengesellschaft,
97080 Würzburg/DE**Bezeichnung:**System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer
Druckmaschine produzierten Drucksache**IPC:**

B 41 F, G 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Mai 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Brosig

Beschreibung

System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache

Die Erfindung betrifft ein System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Anwendung besteht vorrangig in der Bildaufnahme von im Wertdruck verarbeitetem Material zur industriellen Bildverarbeitung, wobei das System in einer Druckmaschine, vorzugsweise in einer Rotationsdruckmaschine, insbesondere in einer in einem Offsetdruckverfahren, in einem Stahlstichverfahren, in einem Siebdruckverfahren oder in einem Heißprägeverfahren druckenden Druckmaschine, Verwendung findet.

Durch die DE 200 10 920 U1 und die EP 1 167 036 A1 sind eine Druckmaschine, insbesondere eine Bogenoffsetdruckmaschine, bekannt, bei welcher zur Qualitätsbestimmung eines auf einem Bedruckstoff angeordneten Druckbildes eine Bilderfassungseinrichtung den Bedruckstoff erfasst und eine mit der Bilderfassungseinrichtung verbundene Auswerteeinrichtung die von der Bilderfassungseinrichtung aufgenommene Abbildung des Bedruckstoffes mit einer Referenzabbildung vergleicht, wobei der Bedruckstoff mit einer Mehrzahl gleicher Druckbilder bedruckt ist und die Auswerteeinrichtung nur eine Teilmenge der Druckbilder aus der Abbildung des Bedruckstoffes auswertet, wobei die Auswerteeinrichtung bei Übereinstimmung der ausgewerteten Teilmenge mit der Referenzabbildung ein Signal an eine Zähleinrichtung zur Registrierung der Teilmenge ausgibt.

Durch die DE 202 13 431 U1 ist eine Einrichtung zur Qualitätskontrolle an Drucksachen, insbesondere gedruckter Bogen, bekannt, wobei eine Einrichtung zur Aufnahme von Bilddaten der durch die Druckmaschine bewegten Drucksachen und eine der

Aufnahmeeinrichtung nachgeschaltete Auswerteeinrichtung zur Verarbeitung der Bilddaten in Verbindung mit in einem mit der Auswerteeinrichtung verbundenen Speicher abgelegten Daten vorgesehen sind, wobei durch die Aufnahmeeinrichtung eine die zu inspizierenden Bereiche wiedergebende Drucksache abtastbar und in der Auswerteeinrichtung daraus die zu inspizierenden Bereiche kennzeichnende Daten ermittelbar, im Speicher ablegbar und bei der anschließenden Auswertung von Bilddaten der Drucksache verwertbar sind.

Durch die EP 0 762 174 A2 ist eine Vorrichtung zur linienförmigen Beleuchtung von Blattgut, wie z. B. Banknoten oder Wertpapieren, bekannt, wobei ein zylindrischer Spiegel mit zwei Spiegelsegmenten vorgesehen ist, wobei die Spiegelsegmente eine elliptische, zwei Fokuslinien aufweisende Grundfläche ausbilden, wobei die Breite der Spiegelsegmente größer oder gleich der Breite des Blattguts gewählt ist, wobei in der ersten Fokuslinie das von einer Transportvorrichtung senkrecht zu dieser Fokuslinie transportierte Blattgut und in der zweiten Fokuslinie eine Kaltlichtquelle, z. B. eine Reihe von Leuchtdioden (LED's), angeordnet ist, wobei ein Detektor, z. B. ein CCD-Array oder einzeln oder in Gruppen angeordnete Photodioden, das vom Blattgut remittierte Licht erfasst und in Signale zur Bearbeitung in einer Bearbeitungsanlage umwandelt.

Durch die US 4,972,093 ist ein Inspektionssystem bekannt, wobei ein bewegter Prüfling von einer impulsartig angesteuerten Leuchtdiodenanordnung mit einem zwischen 20 ms und 200 ms dauernden Lichtblitz beaufschlagt wird und eine Flächenkamera ein Bild von dem gesamten Prüfling aufnimmt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die Druckmaschine in ihrem Druckprozess eine voreingestellte Qualität der zu produzierenden Drucksache gewährleistet. Auf eine während der Produktion nachlassende Qualität der zu produzierenden Drucksache reagiert das System mit einer auf die Zonenschrauben im Farbwerk der Druckmaschine wirkenden automatischen Regelung, um einem Störeinfluss entgegenzuwirken.

Überdies bestehen Vorteile darin, dass das Material, auf dessen Oberfläche ein beleuchtetes Gebilde zu erzeugen ist, nicht in einem im direkten oder im umgelenkten Strahlengang liegenden Brennpunkt des von den Lichtquellen emittierten Lichtes angeordnet sein muss, um das Gebilde in einer ausreichenden Beleuchtungsstärke erscheinen zu lassen. Eine vom Brennpunkt unabhängige Anordnung des Gebildes relativ zu seinem optischen System ist vorteilhaft, weil dann auf eine exakte Maßhaltigkeit bezüglich des Abstandes zwischen dem Gebilde und der Beleuchtungseinrichtung verzichtet werden kann. Das beschriebene optische System ist demnach zum beleuchteten Material abstandstolerant. Außerdem ist zwischen Bauelementen des optischen Systems, die durch eine Verschmutzung, z. B. durch Staub und Abrieb, in ihrer Funktion beeinträchtigt werden können, und dem Material, insbesondere auch zu einer das Material bewegenden Transporteinrichtung, ein ausreichender Abstand vorgesehen, der das optische System und das Material unter den gegebenen Betriebsbedingungen in einer Druckmaschine dauerhaft und zuverlässig außerhalb eines Berührungskontaktes belässt und das optische System vorzugsweise außerhalb der Reichweite der vom bewegten Material aufgewirbelten Schmutzpartikel anordnet.

Ein von der Beleuchtungseinrichtung beleuchteter Beleuchtungsstreifen mit einer sich auf der Oberfläche des Materials orthogonal zu seiner Länge erstreckenden Breite, d. h. ein zweidimensionales, flächiges Gebilde, hat gegenüber einem auf einen Brennpunkt fokussierten linienförmigen, d. h. nur eindimensionalen, beleuchteten Gebilde den Vorteil, dass das beleuchtete Gebilde für eine zur Oberfläche des zumindest in Teilen reflektivem

Materials unter einem Reflexionswinkel angeordnete Erfassungseinrichtung zur Erfassung des von der Oberfläche des Materials remittierten Lichtes auch bei einer reliefartigen Ausgestaltung der Oberfläche des Materials zuverlässig als eine virtuelle zeilenförmige Beleuchtungseinrichtung erscheint, weil aufgrund der Breite des Beleuchtungsstreifens sichergestellt ist, dass eine an der Oberfläche des Materials vorhandene Querschnittsfläche eines Erfassungswinkels der Erfassungseinrichtung, in welchem die Erfassungseinrichtung remittiertes Licht zu erfassen vermag, zumindest einen Teil einer sich über die Breite des Beleuchtungsstreifens erstreckenden Querschnittsfläche des von der Beleuchtungseinrichtung emittierten Lichtstrahlenbündels erfasst. Bei einer Vorrichtung, die Material nur linienförmig beleuchtet, besteht die Gefahr, dass das fokussierte Strahlenbündel von einer reliefartigen Oberfläche des Materials außerhalb des Erfassungswinkels der Erfassungseinrichtung reflektiert wird und folglich nicht erfasst werden kann. Im Gegensatz dazu ist das beschriebene optische System auch für eine Bildaufnahme von Material mit einer diffus reflektierenden Oberfläche gut geeignet. Selbst bei einem Material mit einer reliefartigen Oberfläche tritt kaum eine Schattenwirkung auf.

Beim beschriebenen optischen System ist dessen Beleuchtungseinrichtung vorzugsweise in Modulen, d. h. in eigenständigen Funktionseinheiten, aufgebaut, was den Vorteil hat, dass eine Zeilenlänge der zeilenförmigen Beleuchtungseinrichtung ohne teure Sonderanfertigung durch einfaches Aneinanderreihen von vorgefertigten, vorzugsweise funktionsgleichen Modulen in der benötigten Anzahl an die Breite des zu beleuchtenden Materials oder zumindest an die Länge des Beleuchtungsstreifens adaptierbar ist. Gleichfalls können auch wahlweise zielgerichtet die Lichtquellen nur in denjenigen Modulen aktiviert werden, die zur Beleuchtung der Breite des zu beleuchtenden Materials oder zumindest der Länge des Beleuchtungsstreifens benötigt werden, was beim Aufbau und beim Betrieb des optischen System für dessen Wirtschaftlichkeit von Vorteil ist.

Die Verwendung von mehreren Lichtquellen je Modul hat den Vorteil, dass sich in der Praxis unvermeidbare Unterschiede in dem von den Lichtquellen abgestrahlten Licht, z. B.

in dessen Wellenlänge, durch Mischung der Strahlenbündel von benachbarten Lichtquellen vergleichmäßigen und das von der Beleuchtungseinrichtung insgesamt abgestrahlte Licht in seinen optischen Eigenschaften homogenisieren. Wenn in jedem Modul vorzugsweise mehrere Gruppen von Lichtquellen angeordnet sind, wobei sich die den Gruppen zugeordneten Lichtquellen in ihren optischen Eigenschaften unterscheiden, z. B. in der Farbe des von den Lichtquellen einer jeden Gruppe ausgestrahlten Lichtes, können die einzelnen Gruppen von Lichtquellen applikationsabhängig, z. B. nach der Farbe des Lichtes, ausgewählt und angesteuert werden.

Das beschriebene optische System hat den Vorteil, dass es einen unter Umständen eine große Länge von z. B. über einen Meter aufweisenden Beleuchtungsstreifen durch eine gleichmäßige, bedarfsgerechte Lichtverteilung mit einer homogenen, ausreichend großen Beleuchtungsstärke beaufschlagt und durch seinen modularen, wenig störanfälligen Aufbau auf einfache Weise an die jeweiligen Erfordernisse in einer Druckmaschine anpassbar ist. Da das zu beleuchtende Material nicht in einem Brennpunkt der Beleuchtungseinrichtung anzuordnen ist, entfällt auch die Notwendigkeit für eine exakte Ausrichtung des senkrechten Abstandes der Lichtquellen zur Oberfläche des Materials sowie eine Überwachung dieses Abstandes während des laufenden Einsatzes des optischen Systems, was die Handhabung des optischen Systems Vorort in einem Industriebetrieb erheblich vereinfacht.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ein von einer Druckmaschine bedruckter Bogen mit mehreren Nutzen nicht als Ausschuss zu behandeln ist, wenn ein einzelner Nutzen des Bogens ein Druckbild von fehlerhafter Qualität aufweist. Der Nutzen mit dem Druckbild von fehlerhafter Qualität ist in einem dem Druckprozess nachgeordneten Arbeitsschritt separierbar, sodass alle anderen Nutzen mit einem Druckbild von guter Qualität der zugedachten Verwendung zugeführt werden können. Mit dem beschriebenen Verfahren ist ein einzelner Nutzen mit einem Druckbild von fehlerhafter Qualität eindeutig identifizierbar. Eine Einrichtephase der Druckmaschine bleibt von dem Verfahren zur

Identifikation eines einzelnen Nutzens mit einem Druckbild von fehlerhafter Qualität unberührt, sodass in der Einrichtephase der Druckmaschine ein zusätzlicher Arbeitsschritt nicht erforderlich ist, der z. B. in einer Auswertung eines speziell anzufertigenden Einrichtebogens bestehen könnte.

Ebenso ist es ein Vorteil, dass ein langsam aufbauender Fehler in einem laufenden Druckprozess frühzeitig erkannt und dessen Ursache vom Bedienpersonal durch eine manuell durchzuführende oder automatisierte Gegenmaßnahme behoben werden kann, bevor die Qualität des Druckerzeugnisses einen als schlecht klassifizierbaren Zustand annimmt und der Druckprozess zu einer Produktion fehlerbehafteter, nicht verkaufsfähiger Druckerzeugnisse führt. Die zusätzlich zu einer Entscheidung über eine gute oder schlechte Druckqualität vorgesehene weitere Entscheidungsschwelle ermöglicht, dass eine geringe, noch im Toleranzbereich liegende Abweichung von in der laufenden Produktion erzeugten Druckbildern angezeigt wird, bevor sich diese Abweichung zu einem kritischen Fehler aufbaut. Dadurch kann frühzeitig eine geeignete Gegenmaßnahme ergriffen werden, ohne dass diese Abweichung zu einer Produktion von Druckerzeugnissen mit einer schlechten Qualität führt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Schema einer Fünffarbendruckmaschine mit einem Lackturm und einer Auslageverlängerung;

Fig. 2 ein Blockschaltbild zur Systemstruktur eines Systems zur Beurteilung einer Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache;

- Fig. 3 eine Anordnung des Inspektionssystems in der Druckmaschine;
- Fig. 4 eine perspektivische Darstellung des Inspektionssystems in der Druckmaschine;
- Fig. 5 eine weitere perspektivische Darstellung des Inspektionssystems in der Druckmaschine;
- Fig. 6 ein Schema zur Farbdichteregelung mit einem Farbmessstreifen;
- Fig. 7 ein Schema einer Farbbestimmung und Farbregelung anhand des Druckbildes;
- Fig. 8 ein Diagramm zum Verstellvorgang an einer Zonenschraube mit einer Verstellung von Nachbarzonen;
- Fig. 9 ein TCP/IP-Stream beim Senden von Statusdaten von einer Bediensoftware zu einer Leitstandsoftware;
- Fig. 10 ein TCP/IP-Stream beim Setzen von Farbzonenschrauben;
- Fig. 11 ein TCP/IP-Stream beim Senden von Auftragsdaten von der Leitstandsoftware zur Bediensoftware;
- Fig. 12 eine Oberfläche eines bewegten Materials mit einem Beleuchtungsstreifen in einer Draufsicht;
- Fig. 13 eine schematische Darstellung des optischen Systems;
- Fig. 14 eine einzelne Lichtquelle der Beleuchtungseinrichtung;

Fig. 15 eine zeilenförmige Anordnung von Lichtquellen auf einer gemeinsamen Platine;

Fig. 16 eine Strahlenbündelung mit einem ersten Spiegel;

Fig. 17 eine Strahlenbündelung mit einem ersten Spiegel längs zur Länge des Beleuchtungsstreifens;

Fig. 18 eine Umlenkung des Strahlenbündels aus einem zentralen Bereich der Lichtquelle mit einem zweiten Spiegel;




Fig. 19 eine Umlenkung des Strahlenbündels aus einem zentralen Bereich der Lichtquelle mit einem zweiten Spiegel, wobei die Strahlung längs zur Länge des Beleuchtungsstreifens stärker gebündelt ist als längs zu dessen Breite;

Fig. 20 eine Bündelung der Strahlung aus einem zentralen Bereich der Lichtquelle mit einer Konvexlinse;

Fig. 21 eine Bündelung der Strahlung aus einem zentralen Bereich der Lichtquelle mit einer Konvexlinse, wobei die Strahlung längs zur Länge des Beleuchtungsstreifens stärker gebündelt ist als längs zu dessen Breite;




Fig. 22 eine zumindest teilweise Überlagerung der Strahlung von zwei benachbarten Lichtquellen;

Fig. 23 eine Seitenansicht des optischen Systems;

Fig. 24 eine mit Lichtquellen bestückte Platine auf einem von einem Kühlmedium durchströmten Träger;

Fig. 25 einen in zwei entgegengesetzten Richtungen von einem Kühlmedium durchströmten Träger;

Fig. 26 einen Träger mit einer Kühlung mit zwei Peltierelementen;

Fig. 27 eine Darstellung des Zeitverhaltens der Zeilenkamera und das der Lichtquellen;

Fig. 28 eine schematische Darstellung eines Inspektionssystems;

Fig. 29 einen Bogen mit mehreren Nutzen;

Fig. 30 eine schematische Darstellung eines Inspektionssystems;

Fig. 31 eine zweidimensionale Darstellung eines Pixelfeldes;

Fig. 32 ein Referenzbild mit Minimal- und Maximalwerte für jedes Pixel;

Fig. 33 ein Vergleich des aktuell aufgenommenen Druckbildes mit seinem Referenzbild;

Fig. 34 eine Darstellung der Bewertung der Abweichung zum Referenzbild über zwei Entscheidungsschwellen.

Nach heutigem Stand der Erkenntnis sind im Offsetdruck im Bereich der Inline-Begutachtung zwei wesentliche Aspekte der Qualitätssicherung zu berücksichtigen. Zum einen muss eine Farbkonstanz im Sinne einer Dichte- und Farbartbestimmung während der Produktion gewährleistet sein, zum anderen müssen typische Fehler, wie z. B. Butzen oder Tönen, detektiert werden können.

Aus den in der Praxis gesammelten Erfahrungen hängt eine „Gutproduktion“ von einer großen Anzahl von Randbedingungen ab, die nicht allein von Qualitätsdefinitionen eines QS-Managements festgelegt werden können. Aufgrund der in der Praxis vorkommenden Schwankungsbreiten ist eine Farbbestimmung und Inspektion gefordert, die die typischen Schwankungen in der Qualität der produzierten Drucksachen auffängt. Zu nennen sind hier zulässige Farbschwankungen, Lageverschiebungen des Motivs oder Verschiebungen von Objekten innerhalb eines Motivs. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass i. a. bestimmte Bereiche der Vorlage inspektionswürdig sind, andere hingegen nicht.

Ein wichtiger Schritt bei der Berücksichtigung dieser typischen Schwankungen in der Qualität der produzierten Drucksachen ist die näherungsweise technische Umsetzung der menschlichen Farb- und Konturwahrnehmung in einem Kamera-basierten System. Durch geeignete Farbraumtransformationen mit nachgeschalteten Analysatoren zur Farbbestimmung und Steuerung ist es möglich, die Inspektion und die Farbbregelung an einer Druckmaschine, z. B. einer Bogenoffsetdruckmaschine, praxisgerecht und wahrnehmungsorientiert durchzuführen.

Das hier beschriebene System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache weist mindestens eine Kamera, vorzugsweise ein Farbzeilenkamerasystem, auf. Das Farbzeilenkamerasystem verwendet vorzugsweise eine Farbzeilenkamera mit bis zu 2048 Bildpunkten pro Bildzeile. Das System zur Beurteilung der Qualität der von der Druckmaschine produzierten Drucksache ist für die Inline-Farbbregelung und Inline-Inspektion bei Mittelformatmaschinen (Schöndruck) ausgelegt. Es stellt sicher, dass eine vom Bediener definierte Qualität während des gesamten Produktionsprozesses gehalten wird.

Das System zur Beurteilung der Qualität der von der Druckmaschine produzierten Drucksache besteht im Wesentlichen aus drei Komponenten: mindestens einer

Bildaufnahmeeinheit, einer Kamera- und Beleuchtungselektronikeinheit und einem Schaltschrank mit einem Bildverarbeitungssystem.

Die Bildaufnahmeeinheit wird in die Druckmaschine eingebaut. Sie besteht z. B. aus einer Farbzeilenkamera, einer Konstantlichtbeleuchtung oder einer Blitzlichtbeleuchtung, insbesondere einer getriggerten, z. B. mit Wasser gekühlten Linienbeleuchtung, und einem Drehgeber, wobei der Drehgeber z. B. eine Auflösung von 10.000 Strichen hat. Wenn die Druckmaschine als eine Widerdruckmaschine ausgelegt ist und im Schöndruck und Widerdruck produziert, sind zwei verschiedenen produzierenden Zylindern dieser Druckmaschine jeweils eine Bildaufnahmeeinheit zugeordnet, wobei eine Bildaufnahmeeinheit vor einer Wendeeinrichtung für einen in der Druckmaschine zu bedruckenden Bogen und eine weitere Bildaufnahmeeinheit nach dieser Wendeeinrichtung angeordnet sind. Die Signale der beiden Bildaufnahmeeinheiten werden z. B. von demselben Bildverarbeitungssystem in einem Duplexmodus weiterverarbeitet und ausgewertet.

Die Kamera- und Beleuchtungselektronikeinheit umfasst alle notwendigen Module zur Leistungsversorgung der Beleuchtungseinheit und der Signalaufbereitung der Kamera. Diese Einheit wird in der Nähe der Bildaufnahmeeinheit an einem geeigneten Ort untergebracht. Sie stellt eine homogene Ausleuchtung des durch die Druckmaschine transportierten Bogens sicher. Mit Hilfe einer Lichtmessfunktion wird während des Maschinenlaufs zyklisch geprüft, ob die Leuchtmittel einwandfrei sind.

Der Schaltschrank mit dem Bildverarbeitungssystem umfasst insbesondere z. B. eine Stromversorgung des Bildverarbeitungssystems sowie einen Bildverarbeitungsrechner vorzugsweise inklusive einer Schnittstelle für die Bedienung zu einem Leitstandrechner (TCP/IP) sowie der Anschlussmöglichkeit eines Monitors, z. B. eines Farbmonitors, zur Überwachung der Druckprodukte und Fehleranzeige im laufenden Betrieb. Bei Widerdruck ist zudem eine Monitorumschaltung vorgesehen.

Für eine Bedienung des Systems zur Beurteilung der Qualität der von der Druckmaschine produzierten Drucksache kann eine Bedienoberfläche zunächst vorübergehend auf einem zweiten PC realisiert sein, bevor die Bediensoftware bei einem Serienprodukt in einem der Druckmaschine zugeordneten Leitstand integriert wird.

Die Kamera- und Beleuchtungseinheit ist z. B. für den Schöndruck in einer in der Fig. 1 dargestellten Bogenoffsetdruckmaschine, z. B. einer Fünffarbendruckmaschine mit einem Lackturm und einer Auslageverlängerung, eingebaut. Eine vorhandene Kettenführung im aufsteigenden Ast eines Kettenlaufs stabilisiert einen in der Druckmaschine transportierten Bogen während eines Lern- und Inspektionsprozesses.

Die Inspektion des Bedruckstoffes, insbesondere eines Druckbogens, erfolgt durch das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache z. B. am im Produktionsverlauf letzten Druckwerk der im Produktionsverlauf vorzugsweise nacheinander mehrere Druckwerke aufweisenden Druckmaschine oder an dem den Druckwerken nachgeordneten Lackturm.

Gemäß dem in der Fig. 2 dargestellten Blockschaltbild zur Systemstruktur eines Systems zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache wird eine Bildaufnahme z. B. mit einer 3-Chip-Farb-CCD-Zeilenkamera mit z. B. 2048 Bildpunkten durchgeführt. Es ist sichergestellt, dass der gesamte Bogen mit einer maximalen Maschinengeschwindigkeit von z. B. 18.000 Bogen/h inspiziert werden kann. Die Auflösung beträgt z. B. ca. $0,25 \text{ mm}^2$ pro Bildpunkt bei einer Pixelkantenlänge von z. B. ca. 0,5 mm.

Einzelheiten zur Anordnung des Inspektionssystems innerhalb der Druckmaschine zeigen die Fig. 3 bis 5. Ein vorzugsweise nahe einem Druckwerkszylinder z. B. unterhalb einem Fußtritt der Druckmaschine angeordnetes Beleuchtungssystem erzeugt vorzugsweise

einen Beleuchtungsstreifen auf einem vom Druckwerkszylinder transportierten Bogen. Vom Beleuchtungsstreifen remittiertes Licht wird von einer zum Druckwerkszylinder beabstandet angeordneten Kamera innerhalb eines bestimmten Erfassungswinkels erfasst.

Das Bildverarbeitungssystem besteht z. B. aus einem VMEbus-Rack mit z. B. insgesamt sechs Einsteckkarten. Neben einer CPU (PowerPC; Echtzeit-Betriebssystem OS9), einem Framegrabber zur Bildaufnahme und Bilddatenvorverarbeitung sowie einer Graphikkarte zur Bildanzeige und Fehlereinblendung sind z. B. drei Bildverarbeitungskarten für das Lernen und die Inspektion der Druckbogen vorhanden.

Das System ist z. B. mittels einer Ethernet-Schnittstelle mit einem Bedienrechner, dem Bedien-PC, d. h. z. B. entweder einem externen PC oder einem Leitstand-Rechner, vernetzt. Über den Bedien-PC werden alle Einstellungen, die für die Inspektion und Farbbregelung notwendig sind, vorgenommen. Die Bediensoftware ist vorzugsweise unter allen aktuellen Microsoft-Betriebssystemen lauffähig.

Der Bedienrechner kann an externe Datennetze angeschlossen werden, sodass Wiederholaufträge von einer zentralen Datenbank und gegebenenfalls Daten aus der Druckvorstufe, z.B. von einer CIP3-Station, geladen werden können.

Eine Ansteuerung der Farbzonenvorstellung im Farbwerk der jeweiligen Druckwerke erfolgt z. B. mittels ARCNet. Die VMEbus-CPU ist mit einer ARCNet-Karte ausgestattet.

An die Grafikkarte des Bildverarbeitungssystem wird der sogenannte Fehlermonitor angeschlossen. Dieser zeigt ein Live-Bild der Kamera. Die Druckfehleranzeige wird in das Kamerabild eingeblendet, sodass der Bediener sofort in der Lage ist, den Fehlerort und gegebenenfalls die Fehlerursache zu lokalisieren.

Im System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache ist ein Prozess-Lernmodus integriert, welcher in der Lage ist, den aktuellen Qualitätsstandard automatisch während der Gutproduktion zu erlernen. Die Programmierung eines Modells ist also nicht notwendig. Mit Hilfe des Prozess-Lernmodus werden Referenzen insbesondere für das Farbmodell und das Intensitätsmodell erzeugt, die zum Vergleich für die Inspektion und Farbbestimmung herangezogen werden. Der Lernmodus umfasst insbesondere folgende Funktionen: Lernen von Referenzen, Erweitern gelernter oder gespeicherter Referenzen, Eingabe der Anzahl der gewünschten Lernbogen, Definieren des Fensters des Inspektionsbereiches, Zeigen des gelernten oder gespeicherten Referenzbildes, Eingabe der Maske für einen nicht inspizierten Bildbereich, Bearbeiten des Referenzbildes, Editieren und Kopieren von Masken.

Durch die Druckmaschine transportierte Lernbogen werden ausgeschleust, um eine Kontrolle von einem eventuell eingelernten Druckfehler, eine Vermessung mit einem Handspektrometer oder eine visuelle Überprüfung möglich zu machen. Die Referenzmodelle sowie alle anderen relevanten Daten werden in einem Auftragsspeicher abgelegt. Es ist jederzeit möglich, für Wiederholaufträge den Auftragsspeicher zu lesen.

Darüber hinaus ist das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache in der Lage, zulässige Änderungen im Fortdruck, die vom System als Fehler gewertet werden, bei laufender Produktion hinzuzulernen. Das System passt sich somit adaptiv an den aktuellen Qualitätsstandard an.

Das menschliche Auge ist in der Lage, relativ kleine Farbänderungen zu detektieren. Jedoch ist die Farbwahrnehmung des Menschen auf eine Detektion von Flächen ausgelegt. Kleine punktförmige Farbänderungen werden nicht detektiert. Das Farbanalyse-Modell berücksichtigt diesen physiologischen Effekt. Es werden die den Farbraum der Kamera aufspannenden Farben Rot, Grün und Blau in einen Farbraum transformiert, der als Gegenfarbenmodell bezeichnet wird. Das Gegenfarbenmodell

entspricht einer elektronischen Nachstellung der menschlichen Farbwahrnehmung. Darin existieren zwei Gegenfarbenkanäle, die äußerst empfindlich auf Farbänderungen reagieren. Insbesondere wird ein Kippen der Graubalance von diesen Kanälen zuverlässig erkannt.

Das Gegenfarbenmodell kann auch auf der Basis der Offsetdruckfarben CMYK implementiert sein, wobei dieses Farbmodell gegenüber dem empfindungsgemäßen Farbmodell auf ein subtraktives Farbenmischen (Druckverfahren) ausgerichtet ist.

Intensitätsabweichungen, d. h. Änderungen der Farbdichte, werden über eine Grauwertanalyse detektiert. Dieses Verfahren hat insbesondere in Bereichen unbunter Farben, bei einer Über- und Unterfärbung sowie bei kleinen Fehlern, z. B. kleine Farbspritzer oder Papierfehler, seine Stärken.

Eine Farbregelung kann je nach den im konkreten Fall vorliegenden Voraussetzungen nach zwei verschiedenen Verfahren erfolgen. Wenn Farbmessstreifen mit ausreichend großen Farbfeldern vorhanden sind, werden gemäß dem Schema zur Farbdichteregelung mit einem Farbmessstreifen in der Fig. 6 zunächst die Solldichten für die einzelnen Farben eingegeben. Die Position des Messkontrollstreifens wird vom Bediener am Monitor markiert. Danach werden die Felder des Streifens automatisch in Bezug auf Skalenfarben analysiert und die jeweilige Istdichte bestimmt. Sonderfarben sind vom Bediener im Messstreifen zu markieren. Anhand der Abweichungen von einer Solldichte und der vorliegenden Istdichte werden die Farbzonen an einem Farbwerk der Druckmaschine gestellt. Die jeweiligen Abweichungen werden graphisch und numerisch angezeigt. Vom System werden Vorschlagswerte für die Farbzonenstellung angegeben. Diese können wahlweise manuell übernommen oder vollautomatisch im geschlossenen Regelkreis verwendet werden. Mit Hilfe der Farbmessstreifen kann mit Hilfe der Rasterfelder auch die Tonwertzunahme bestimmt werden.

Die Algorithmen zur Dichtebestimmung in Farbmessstreifen können für jeden Bogen durchlaufen werden. Eine gleitende Mittelwertbildung der Messwerte ist daher über eine beliebige Bogenanzahl möglich. Messungenauigkeiten, die durch den Einfluss von Schwankungen des Drucks, der Beleuchtung und ein Rauschen der Kamera, z. B. ein Photonenrauschen oder ein Quantisierungsrauschen des AD-Wandlers, entstehen, werden auf diese Weise zuverlässig eliminiert.

Eine Kalibrierung des Dichtemesssystems erfolgt mit Messbogen, die in regelmäßigen Abständen durch die Maschine gefahren werden. Bei der Kalibrierung wird automatisch eine Farbbalance, ein Kontrast und eine Helligkeit justiert. Weiterhin kann das Normlicht für die Messung festgelegt werden, z. B. wie üblich D50 oder D65. Eine Re-Kalibrierung ist in der Praxis zumeist nicht häufiger als einmal pro Woche nötig.

Der Messstreifen weist eine Feldbreite und eine Feldhöhe jeweils z. B. von ca. 5 mm bis 6 mm auf. Die Messfeldgröße, die ein 2° Normbeobachter benötigt, muss im Messfeld sicher untergebracht werden. Der Messstreifen besteht aus mehreren gleichen Segmenten, wobei ein regelmäßiger Aufbau innerhalb eines Segmentes erfolgt.

Ein anderes Verfahren zur Farbregelung sieht, wie es ein Schema in der Fig. 7 darstellt, eine Farbbestimmung und Farbregelung anhand des Druckbildes vor. Voraussetzung dafür ist, dass die Flächendeckung pro Druckfarbe mit einer Auflösung von $10 < \text{dpi} < 40$ aus einer Vorstufe, z. B. CIP3, bekannt ist, und dass "signifikante" Druckbereiche pro Farbzone- oder Farbzonenbereich vorhanden sind. Signifikant sind Druckbereiche dann, wenn eine der Druckfarben in diesem Bereich dominant ist. Die Bestimmung der signifikanten Druckbereiche erfolgt automatisch durch Auswertung von Daten aus der Vorstufe.

Die Farbbestimmung und die Ableitung von Stellgrößen für die Farbregelung erfolgt anhand des Druckbildes selbst. Hierzu wird eine Transformation der Kamerabilddaten in den CMYK-Raum durchgeführt.

Die Analyse des Bildes erfolgt durch eine Farbintegration der signifikanten Druckbereiche innerhalb von Längsstreifen, die in ihrer Anzahl vorzugsweise der Anzahl der Zonenschrauben entsprechen. Diese Streifen sind nochmals horizontal aufgeteilt. Innerhalb dieser so entstandenen Flächen wird anhand der Farbänderungen und der Zonendichte die entsprechende Zone gestellt. Durch entsprechende Mittelung über mehrere Bogen werden zulässige Prozessschwankungen ausgeglichen.

Eine aus der Messung berechnete Regelabweichung für die Farbgebung wird für jede Farbzone in einen Stellbefehl zur Ansteuerung der betreffenden Zonenschraube umgesetzt.

Eine Änderung der Farbzufuhr in die Druckmaschine benötigt eine gewisse Zeit, bevor diese im Druckbild sichtbar wird. Dieses Verhalten ist durch die Art der Farbübertragung in die Druckmaschine begründet. Um diesen Vorgang zu beschleunigen, wird als Regler ein Integralregler mit einem Proportionalanteil, kurz PI-Regler, vorgesehen. Dieser Regler hat den Vorteil, dass zusätzlich zu einem stationären Anteil (I-Anteil) für eine gewisse Zeit ein fehlerproportionaler Anteil für eine zusätzliche/verminderte Farbzufuhr sorgt und so den Regelvorgang beschleunigt.

Die durch den Proportionalanteil verursachte zusätzliche oder verminderte Farbzufuhr wird vereinfacht für eine gewisse Zeit, d. h. für eine gewisse Anzahl von Zylinderumdrehungen, zugelassen. Nach Ablauf dieser Zeit werden alle Farbzonen auf den stationären Zustand gefahren.

Weiterhin wird der Regelkreis dahingehend vereinfacht, dass ein zyklisches Verfahren mit den Schritten Messen, Stellen und Warten realisiert wird. Nach Abschluss der Wartezeit, d. h. nach einer gewissen Anzahl von Zylinderumdrehungen, wird mit einer neuen Messung ein neuer Zyklus gestartet. Es handelt sich also trotz des geschlossenen Regelkreises um ein offenes Wirkungsprinzip, da die maßgebliche Zeitkonstante durch die Zeit zwischen Stellung der Zonen und einer Reaktion auf dem Papier festgelegt ist. Da diese Zeit z. B. proportional zu einigen zehn Bogen ist, ist hier ein offenes Wirkungsprinzip realisiert. Weiterhin wird die Regelung selbst als Lageregelung ausgeführt, d. h. die Öffnung der einzelnen Zonen wird gestellt und für eine gewisse Zeit in dieser Stellung gehalten. Um schnellstmöglich die Solldichte zu erreichen, wird zugelassen, dass im Fall einer Farbzufuhr die Zonen gegebenenfalls für eine gewisse Zeit überregelt werden.

Während des Fortdrucks kann der Bediener manuell Korrekturwerte, d. h. Sollwerte, für die Zonenschrauben eingeben. Diese Änderungen werden im Signalfuss wie eine Regelabweichung behandelt.

Im Regelalgorithmus werden alle die Farbgebung beeinflussenden Parameter integriert. Hierzu zählen insbesondere das Farbverhalten, d. h. eine Deckung der Farbe, das Papierverhalten sowie das Farbübertragungsverhalten des Farbkasten. Hierbei sind die Farbe und das Papier auftragsabhängige Parameter.

Die Änderung der Farbzufuhr in einer Farbzone hat durch die Verreibung der Farbe bei der Farbübertragung innerhalb des Druckwerkes auch Auswirkungen auf ihre Nachbarzonen. Um diesen Effekt zu berücksichtigen, werden die benachbarten Farbzonen zu einem gewissen Anteil proportional zur verstellten Farbzone mitverstellt. Bei entsprechend großen Verstellungen kann sich diese Verstellung auf weitere Nachbarzonen auswirken. Jede Verstellung einer Farbzone, sei es automatisch oder manuell, „erzeugt“ neue Sollwerte für die Nachbarzonen.

Der Verstellweg jeder Farbzone ist beschränkt. Wenn eine Zone mehr als „ganz auf“ verstellt werden soll, kann zusätzliche Farbe nur durch Änderung der Streifenlänge auf dem Duktus des Farbwerks erreicht werden. Eine Änderung der Streifenlänge auf dem Duktus erhöht die Farbzufuhr in allen Farbzonen. In diesem Fall wird die Farbzufuhr für die betreffende Farbzone entweder begrenzt oder die zusätzliche Farbzufuhr durch Änderung der Streifenlänge muss an den anderen Farbzonen durch Schließen aller anderen Farbzonen kompensiert werden. Wird die untere Grenze der Zonenverstellung erreicht, nämlich wenn eine Farbzone geschlossen wird, ist keine weitere Kompensation möglich. Wird für eine Farbzone die obere Grenze erreicht oder muss diese für den stationären Zustand überschritten werden, dann ist in jedem Fall die Streifenlänge auf dem Duktus zu ändern, und alle anderen Farbzonen sind entsprechend anzupassen, wie es das Diagramm der Fig. 8 erkennen läßt. In der Fig. 8 bezeichnet „ZSx“ eine Zonenschraube im Farbwerk an der Position „x“. Mit „ZSx+1“ oder „ZSx-1“ ist eine zur Zonenschraube „ZSx“ benachbarte Zonenschraube und mit „ZSx+2“ oder „ZSx-2“ eine weitere benachbarte Zonenschraube bezeichnet. Das Diagramm der Fig. 8 zeigt Stellungen der Zonenschraube „ZSx+1“ oder „ZSx-1“ und „ZSx+2“ oder „ZSx-2“ im Vergleich zur Stellung der Zonenschraube „ZSx“, wobei Verstellungen all dieser Zonenschrauben „ZSx“, „ZSx+1“ oder „ZSx-1“ und „ZSx+2“ oder „ZSx-2“ gemäß dem auf der Abszisse des Diagramms aufgetragenen Zeitverlauf zeitgleich und in gegenseitiger Abhängigkeit in einem aufeinander abgestimmten Verhältnis erfolgen.

Im Folgenden wird nochmals auf den Aufbau des Systems zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache eingegangen. Die vorzugsweise digital arbeitende Bildaufnahmeeinheit umfasst z. B. eine speziell für den Bogendruck entwickelte Beleuchtungseinheit und eine Farb-CCD-Zeilenkamera. Das Objektiv ist speziell an die hochauflösende Kamera angepasst, weist einen abnehmbaren Filter, z. B. einen UV-Filter als Objektivschutz auf und kann bedienerfreundlich justiert werden. Im Servicefall kann die Kamera sowie das Objektiv einfach ausgetauscht werden. Die

Bildaufnahmeeinheit ist gegen mechanische und elektromagnetische Störungen geschützt. Zur Beleuchtung werden speziell für diesen Anwendungsfall entwickelte hochfrequenzgetaktete Beleuchtungsquellen verwendet. Die Anordnung der Leuchtmittel innerhalb der Beleuchtungseinheit ist speziell für die Applikation im Bogendruck angepasst. Die Leuchtmittel können einfach getauscht werden.

Das Bildaufnahmemodul (Frame Grabber) setzt das eingehende Videobild in einen digitalen Videostrom um. Dieser Videostrom wird im Frame Grabber einer Helligkeitsanpassung (Shading-Korrektur), einer wahrnehmungsorientierten Farbanpassung und der Farbraumtransformation unterzogen. Dieser digitale Videostrom wird zur späteren Bearbeitung im Speicherbereich des Bildaufnahmемoduls abgelegt. Die Bildaufnahme wird in Maschinen-Echtzeit durchgeführt.

Das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache ist mit einer Positionierungseinheit ausgestattet, die in der Lage ist, eine Bildpositionierung vorzunehmen. Durch Unschärfen in der Transportbewegung des Bogens ist es notwendig, das aufgenommene Bild für jede Aufnahme im System zu positionieren. Während des Lernprozesses wird automatisch im System eine Referenzposition für jeden Bogen ermittelt.

In einem Lernmodus nimmt das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache während der Produktion Bögen mit der CCD-Kamera auf und bildet ein Computermодell mit allen Varianten einer akzeptablen Druckqualität. Ausgehend von einer korrekten Farbeinstellung werden in der Lernphase Druckbogen oder Druckexemplare erfasst, analysiert und ausgewertet. Der Lernmodus ist in der Lage, Referenzen in Maschinen-Echtzeit zu generieren. Nach dem Lernen schaltet das System automatisch in den Farbmess- und Inspektionsmodus um. Mit Hilfe der erlernten Referenzen wird die aktuelle Produktion nunmehr geprüft. Es ist allerdings zu

jeder Zeit möglich, einen Standard innerhalb des Referenzspeichers durch Dazulernen zu erweitern.

Es werden mehrere Bogen erfasst und ausgewertet. Das RGB-Signal der Videokamera wird in die Farbauszüge CMYK umgerechnet. Jeder Farbauszug wird in Streifen, entsprechend der Farbzonen, unterteilt. Innerhalb jeder Zone wird der Flächenanteil des betreffenden Farbauszuges bestimmt. Dieser Wert wird über die erfassten Bogen gemittelt. Der gemittelte Wert jedes Flächenanteils aus der Lernphase wird als Sollwert für die Kontrollphase übernommen.

In dem Inspektionsmodus wird jedes Bild mit den Analyse-Modellen und Referenzen verglichen. Die Empfindlichkeit des Systems kann vom Bediener mittels weniger Inspektionsparameter, wie z. B. der Grauwert- und Farbtoleranzen sowie Fehlergrößen, auf die individuellen Bedürfnisse eingestellt werden. Der Inspektionsmodus umfasst die Funktionen: Endlosinspektion des laufenden Produktionsauftrages, Eingabe von Toleranzen für die Inspektion, Definieren eines Gitternetzes für die horizontale und vertikale Aufteilung des Inspektionsbildes. Die Eingabe von Inspektions-Parametern, die das Inspektionssystem beeinflussen, kann wahlweise durch ein „Password“ gesichert werden. Das „Password“ kann geändert werden oder es können mehrere benutzerspezifische „Passwords“ vergeben werden. Während der Inspektion können z. B. bis zu 96 Einzelnutzen durch das Inspektionssystem-Gitternetz getrennt statistisch erfasst werden. Fehlernutzen werden durch einen Gitterrahmen, der den optischen Verhältnissen angepasst ist, gekennzeichnet.

Alle gespeicherten variablen Eingabedaten bleiben beim Abschalten und Wiedereinschalten des Systems erhalten. Alle Eingabedaten und Produktionsabläufe werden in einem Logfile gespeichert. Dieses Logfile stellt grundsätzliche Daten bei einem Stromausfall für die Statistik wieder zur Verfügung.

Der Fehleranalyse-Prozessor analysiert den Bildvergleich, der vom Bildprozessor generiert wurde. Er erzeugt ein Fehlerbild, welches in das Live-Bild des Fehlermonitors eingeblendet wird. Dieses erlaubt dem Bediener, sofort nach Analyse des Bildes in den Maschinenprozess einzugreifen.

Auf einem Leitstandrechner wird ein Mensch-Maschine-Interface implementiert, dessen sämtliche Verbindungen vorzugsweise über Optokoppler erfolgen. Die Schnittstelle ist z. B. eine Ethernet-Verbindung mit TCP/IP.

Das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache ist vorzugsweise mit einem Festplattenspeicher ausgestattet, der über genügend Kapazität verfügt, um verschiedene Aufträge inklusive aller Toleranzen und Statistiken abzuspeichern. Dieser Auftragspeicher ist z. B. für ca. 2.000 Aufträge ausgelegt. Durch eine Festplattenerweiterung kann die Anzahl der Aufträge entsprechend erhöht werden.

Während des Lernprozesses wird anhand der Modelle festgestellt, ob ein einzulernender Bogen im großen Maße fehlerbehaftet ist. Sollte dies der Fall sein, wird der Bogen nicht miteingelernt, also nicht mit in das aktuelle, einen Qualitätsstandard definierenden Referenzbild aufgenommen. Dieser adaptive Prozess sorgt dafür, dass keine unakzeptablen Bögen mit in ein Referenzbild eingelernt werden.

Der Bildvergleich wird in Maschinen-Echtzeit z. B. bis zu einer Geschwindigkeit von 18.000 Bogen pro Stunde durchgeführt.

Ein Fehler in der Qualität einer von der Druckmaschine erzeugten Drucksache, z. B. eine Über-oder Unterfärbung, Farbabweichungen und geometrische Effekte, wird in Bezug auf wahrnehmungsorientierte Fehlergrößen detektiert. Die Farbabweichungen führen zu einem Abweichungsmaß, das zur Stellung der Zonenschrauben genutzt wird. Eine

Abweichung in der Farbdeckung von weniger als 10% wird nicht geregelt. Die Kamera garantiert eine 100 %-ige Detektion des gesamten Bogens.

Zur Bedienung des Systems zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache sind folgende Einstellungen vornehmen:

- Solldichten
- Position des Messkontrollstreifens
- Druckwerkszuordnung der Farben
- Grauwertempfindlichkeit
- Farbkanalempfindlichkeit
- Fehlergrößen

Bei der Inspektion können Fehler im Kontrast und in der Größe definiert werden. Die Fehlergröße kann minimal einen Bildpunkt betragen.

Das Maschineninterface übermittelt einen Alarm, wenn ein oder mehrere hintereinander folgende Bogen mit Druckfehlern identifiziert worden sind. Hierbei wird unterschieden, ob es sich um eine Farbabweichung handelt, die zu einer Zonenschraubenverstellung führt, oder ob es sich um einen geometrischen Fehler handelt, d. h. einen Kurzzeitfehler.

Auch stehen z. B. an SPS-Ausgängen Informationen zur Verfügung, ob ein Gut- oder Schlechtbogen vorliegt, das System aktiv ist oder sich im Lernmodus befindet.

Zur genauen Analyse eines fehlerhaften Bogens stehen zwei Modi zur Verfügung, wobei in einem Modus das System nach einem Fehler stoppt und in dem anderen Modus das System nur vorübergehend anhält. Im Stop-nach-Fehler-Modus wird das Bild des Bogens inklusive der Fehleranzeige eingefroren, sobald das System einen Fehler auf einem Bogen detektiert. Der Bediener kann die Fehleranzeige in Ruhe betrachten und bewerten

und eventuell mit zugehörigem Druckbogen verifizieren. Das eingefrorene Bild muss per Tastendruck wieder freigegeben werden. Die Inspektion läuft im Hintergrund weiter. Im Modus Stop-und-Weiter wird das Bild nach einer Fehlerdetektion automatisch eingefroren und nach einer einstellbaren Dauer von z. B. ca. 15 Sekunden automatisch wieder freigegeben. Der Bediener erhält somit die Möglichkeit, das Bild eine gewisse Zeit zu betrachten, ohne gezwungen zu sein, das System manuell wieder freizuschalten.

Während der Produktion wird jeder Bogen analysiert und eine Gut-, Warnung- und Schlechtbogen-Statistik geführt. Weiterhin werden alle relevanten Parameter einer Produktion mit aufgezeichnet und in das Statistikmodul überführt. Da Statistiken auf einem PC geführt werden, ist es möglich, diese mit handelsüblichen Programmen weiter zu verarbeiten

Das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache ist vorzugsweise multilingual ausgeführt, z. B. in den Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Italienisch und Deutsch. Alle Sprachen können mittels UNICODE integriert werden.

Das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache detektiert zumindest Druckfehler, die während der Produktion entstehen, wenn der Druckfehler einen Farbmessfehler mit einer Farbabweichung $\Delta E \geq 3$ und eine Dichtefehlergenauigkeit $\Delta D > 0.02$ aufweist. Als Inspektionsfehler gelten Farbfehler z. B. durch Über- oder Unterfärbung, Spritzer oder Butzen und Registerfehler mit einer Größe von ca. $0,025 \text{ mm}^2$. Des Weiteren können Papierfehler, Falten, Papiereinschlüsse, Verschmutzung oder Öl erkannt werden. Da 100 % des Bogens kontrolliert werden, können auch Fehler, die in vorherigen Prozessen entstanden sein könnten, detektiert werden. Das System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache kann jede Bogengröße mit einer Kantenlänge z. B. bis zu $740 \text{ mm} \times 1050 \text{ mm}$ inspizieren.

Verschiedene Fehlertypen wie Flächenfehler, Peak-Fehler, Überfärbung, Unterfärbung oder Farbfehler können auf dem Fehlermonitor durch unterschiedliche Symbole angezeigt werden.

Toleranzwerte der einzelnen Bearbeitungsbereiche eines Referenzbildes können numerisch angezeigt werden und, falls erforderlich, geändert werden. Die Mindestanzahl der Bildpunkte, die für eine Fehlerfläche außerhalb des Toleranzbereiches als Fehler auftreten, kann eingegeben werden.

Im Folgenden wird auf das Bedienkonzept des Systems zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache eingegangen. Das System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache soll eine einfache und schnelle Bedienung erlauben, die dem Drucker bei geringem Schulungsaufwand einen großen Nutzen bringt. Er muss frühzeitig auf eine sich aufbauende Abweichung hingewiesen werden, bevor Makulatur erzeugt wird.

Die Bedienung existiert als eine Task auf dem Maschinenleitstand, die sich in das übergeordnete Bedienkonzept der Maschine einfügt. Für die Betrachtung eines aktuellen Fehlerbildes steht ein zusätzlicher Monitor zur Verfügung. Bei einer Widerdruckmaschine ist das Bild umschaltbar. Die über den Inspektionsbetrieb hinausgehenden Funktionen, wie z. B. für das Einrichten eines Auftrags oder eine Erstellung von Masken, sind z. B. über entsprechende Einsprungpunkte in der existierenden, im Maschinenleitstand implementierten Bediensoftware der Maschine erreichbar.

Die Bildaufnahme erfolgt vorzugsweise auf einem Druckzylinder der Druckmaschine. Die Bildaufnahme ist hier sehr stabil. Je nach Material, z. B. bei sehr dünnem Papier, kann es jedoch zu einer Faltenbildung oder z. B. bei einem Karton zu einem Ablösen des Bogenendes kommen. Die Bildaufnahme ist beim Einbau mechanisch zu kalibrieren,

sodass bekannte mechanische Randbedingungen direkt in die Pixeldimension der Bildaufnahme umzusetzen sind.

Ein Datenfluss zum oder vom Maschinenleitstand sieht vor, dass ein Auftragsname, eine Loadnummer oder der Durchgang direkt vom Maschinenleitstand übernommen werden, um für die Jobverwaltung des Systems genutzt zu werden. Aus den Bogenabmessungen kann das übergeordnete Inspektionsfenster generiert werden. Das manuell betätigte Gutbogensignal an der Maschine kann für die Aktivierung der Inspektion und auch für die statistische Auswertung genutzt werden. Ein von dem System generierter „Gutbogenszähler“ kann gegebenenfalls der Maschinenleitstandsstatistik zugeführt werden.

Aus einem Datenfluss zum oder vom Kunden kann z. B. eine Nutzenaufteilung z. B. über ein DDES-, CFF- bzw. CF2-File eingelesen werden, um die Eingabearbeiten vor dem eigentlichen Start des Maschinenlaufs erledigen zu können und den Arbeitsaufwand seitens des Druckers zu minimieren.

In einem Datenfluss zur Druckmaschine sind Signale für die Ansteuerung einer Ausschleusung oder einer Bogenmarkierung zu erzeugen.

Die Akzeptanz des Inspektionssystems durch den Bediener wird durch eine konsistente Integration in das Gesamtkonzept der Maschinenbedienung und die Beschränkung auf einen minimal nötigen, überschaubaren Funktionsumfang gefördert. Deshalb wird das Look-and-Feel der Bedienung stark an das Aussehen und an die Funktionalität der Maschinenleitstandsoftware angelehnt. Die Bedienschritte zum Einrichten eines Auftrages sind in ihrem Umfang gering gehalten. Beim Fortdruck gibt es einen direkten Zugriff auf Schlüsselfunktionalitäten über Funktionstasten/Hardkeys durch die Leitstand-Bediensoftware.

Das Einrichten eines neuen Auftrags wird durch die Übernahme von möglichst vielen relevanten Daten aus dem Leitstandrechner einfach gehalten. Zu übernehmende Daten wären z. B. ein Auftragsname, eine Jobnummer, eine Loadnummer, ein aus dem Papierformat abgeleiteter Inspektionsrahmen oder eine Nutzenaufteilung, z.B. aus einem CF2-File einer Stanzkontur.

Manuelle Eingaben, die einen Aufwand des Druckers bedeuten, werden auf die Eingabe des Positionierungsfensters begrenzt. Das Inspektionsfenster kann auch automatisch gesetzt werden, wobei es dann nicht notwendig ist, die Druckmaschine schon zum Einrichten des Jobs anfahren zu müssen. Das Lernen kann dann – bei aktivem Gutbogensignal – automatisch gestartet werden.

Im Fortdruck – wenn jeder Bogen inspiziert wird – steht eine Fehleranzeige durch einen Live-Monitor zur Verfügung. Für Druckmaschinen mit Schön-/Widerdruck ist daher eine Umschaltung des Monitors zwischen Vorder- und Rückseite vorgesehen.

Inspektion und Leitstandsoftware teilen sich einen Bedienmonitor. Im Fortdruck wird die Leitstandsoftware angezeigt; für einen Minimalaufwand bei der Bedienung des Inspektionssystems stehen Hardkeys oder Funktionstasten in den Leitstandssoftware-Masken zur Verfügung, z. B. für die Funktionen Umschaltung Vorder-/Rückseite, Live/Stop&Go/StopOnError oder "Freeze".

Durch eine Funktionstaste (Soft-Key) kann außerdem die vom Look-and-Feel an die Leitstandsoftware angepasste Inspektions-Bedientask aktiviert werden; hierdurch steht dann die volle Bedienbarkeit des Inspektionssystems zur Verfügung. In diesem Modus werden bezüglich der Bedienung der Druckmaschine nur die Statusinformationen, die z. B. in einem oberen Statusfenster angezeigt werden, dargestellt.

Einstellungen, die in der Inspektions-Bedienoberfläche über die – analog zur Leitstandsoftware implementierte – Funktionstastenreihe vorzunehmen sind, betreffen z. B. Toleranzen, das Lernen/Zulernen, das Erstellen von Masken, eine Anpassung der Nutzeneinteilung, eine Anpassung des Inspektionsrahmens, eine Redefinition des Positionierungsfensters oder das Laden oder Betrachten von Bildern.

Der Live-Monitor kann Fehleranzeigen im Farbbereich CMYK oder Sonderfarben durch entsprechende Farbanzeige anzeigen.

Zusätzliche Bedienelemente in der Leitstandsoftware können eine Korrektur eines Nettozählers durch das Inspektionsergebnis, eine Fehlerbogenstatistik oder eine Ampelanzeige der Inspektion im Maschinenstatusfeld vorsehen.

Zur Bedienung des Systems zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache können zwei unterschiedliche Konfigurationen vorgesehen sein, nämlich dass die Bediensoftware QT des Systems zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache auf einem PC läuft und die Leitstandsoftware LS auf einem anderen PC läuft oder dass die Bediensoftware QT und die Leitstandsoftware LS auf demselben PC laufen, wobei im letzteren Fall dann beide Programme als Task laufen und wahlweise z. B. durch Umschalten per Funktionstaste in QT und LS sicht- und bedienbar sind.

Bei beiden Konfigurationen besteht die Notwendigkeit, Prozessdaten von der Leitstandsoftware LS zur Bediensoftware QT, z. B. Job-Informationen, oder von der Bediensoftware QT zur Leitstandsoftware LS, z. B. Status-Informationen, zu übertragen. Als Schnittstelle zwischen den beiden Systemen wird ein TCP/IP-Stream genutzt; die IP-Adresse der Leitstandsoftware LS ist vom Hersteller der Druckmaschine festgelegt. Befinden sich die Bediensoftware QT und die Leitstandsoftware LS auf demselben PC, findet die Kommunikation über die localhost-Schnittstelle statt. Die Daten werden

innerhalb des TCP/IP-Streams als XML-Elemente übertragen. Die Spezifikation dieser XML-Elemente sind in einer DocumentTypeDefinition-Datei <Kommunikation_LS_QT_update.dtd> spezifiziert. Ein Beispiel für den TCP/IP-Stream beim Senden von Statusdaten von der Bediensoftware QT zur Leitstandsoftware LS zeigt die Fig. 9. Ein Beispiel für den TCP/IP-Stream beim Setzen der Farbzonenschrauben zeigt die Fig. 10. Dieser Kommunikationsweg läuft innerhalb der Druckmaschine ab, und zwar vom System zur Beurteilung der Qualität einer von der Druckmaschine produzierten Drucksache über die Leitstandsoftware LS, den ARCNet, die SPS zu den Farbzonenschrauben. Fig. 11 zeigt ein Beispiel für den TCP/IP-Stream beim Senden von Auftragsdaten von der Leitstandsoftware LS zur Bediensoftware QT.

In der zuvor beschriebenen Druckmaschine, vorzugsweise in einer Rotationsdruckmaschine, insbesondere in einer in einem Offsetdruckverfahren druckenden Druckmaschine, wird ein in der Fig. 12 dargestelltes Material 03 mit einer Oberfläche 02 in einer durch einen Pfeil angedeuteten Bewegungsrichtung 04 bewegt. Die Bewegung erfolgt durch eine, z. B. in oder an der Druckmaschine angeordnete, hier nicht dargestellte Transporteinrichtung, wobei die Bewegung des Materials 03 während des Betriebes des nachfolgend noch näher beschriebenen optischen Systems vorzugsweise in nur einer einzigen Bewegungsrichtung 04 erfolgt, und zwar vorzugsweise linear. Das Material 03 ist vorzugsweise ebenflächig und flach, z. B. als ein Bogen 03 oder als eine Materialbahn 03, ausgebildet. Das Material 03 ist insbesondere als ein z. B. aus Papier bestehender Bedruckstoff 03 ausgebildet, z. B. als ein Wertpapier 03 oder als eine Banknote 03. Die Oberfläche 02 des Materials 03 kann ein Relief oder eine sonstige aus der Oberfläche 02 herausragende oder in die Oberfläche 02 als eine Vertiefung eingeprägte Struktur aufweisen, wobei eine Höhe oder Tiefe des Reliefs bzw. der Struktur im Vergleich zu einer Breite B03 des Materials 03 sehr klein ist. Zumindest ein Teil der Oberfläche 02 des Materials 03 ist z. B. durch Auftragung eines reflektiven Werkstoffs, z. B. eines Lackes, oder einer Folie, durch Einbringung eines Fensterfadens oder einer anderen vorzugsweise metallischen Applikation in das Material 03, reflektiv ausgebildet.

Eine in der Fig. 13 nur symbolhaft dargestellte Beleuchtungseinrichtung 06 erzeugt auf der Oberfläche 02 des Materials 03 ein beleuchtetes Gebilde 01 in Form eines Beleuchtungsstreifens 01 mit einer Länge L01 und einer Breite B01 (Fig. 12), wobei sich die Breite B01 auf der Oberfläche 02 des Materials 03 orthogonal zur Länge L01 erstreckt. Die Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 ist vorzugsweise in die Bewegungsrichtung 04 des Materials 03 gerichtet, wohingegen die Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 vorzugsweise parallel zur Breite B03 des Materials 03 gerichtet ist und sich über Teile der Breite B03 des Materials 03 oder über dessen gesamte Breite B03 erstrecken kann. Die Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 beträgt vorzugsweise 3 mm, insbesondere mindestens 8 mm. Die Bewegungsrichtung 04 des Materials 03 ist somit vorzugsweise zumindest im Wesentlichen parallel zur Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 gerichtet, wobei die Bewegungsrichtung 04 des Materials 03 innerhalb der von der Länge L01 und der Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 aufgespannten Ebene liegt. Das Material 03 ist zumindest im Bereich des Beleuchtungsstreifens 01 nicht gewölbt.

Die Beleuchtungseinrichtung 06 weist mehrere zeilenförmig nebeneinander angeordnete Lichtquellen 07 auf, sodass die gesamte Beleuchtungseinrichtung 06 zeilenförmig ausgebildet ist. Die zeilenförmig angeordneten Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 sind vorzugsweise parallel zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 angeordnet. Die Lichtquellen 07 haben zur Oberfläche 02 des Materials 03 jeweils einen Abstand A07, wobei der Abstand A07 vorzugsweise zwischen 30 mm und 200 mm, insbesondere zwischen 80 mm und 140 mm beträgt. Der Abstand A07 der Lichtquellen 07 steht vorzugsweise jeweils lotrecht auf der Oberfläche 02 des Materials 03. Alle Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 sind vorzugsweise gleichartig ausgebildet, z. B. als helle, Lichtstarke Leuchtdioden 07 oder als Laserdioden 07. In der Beleuchtungseinrichtung 06 können auch Gruppen von jeweils mehreren zeilenförmig nebeneinander angeordneten Lichtquellen 07 vorgesehen sein, wobei sich die einzelnen Gruppen von Lichtquellen 07 in ihren optischen Eigenschaften, z. B. in der

Wellenlänge, des von ihnen emittierten Lichtes unterscheiden. So kann z. B. eine Gruppe von Lichtquellen 07 weißes Licht emittieren, wohingegen eine andere Gruppe von Lichtquellen 07 monochromes Licht emittiert. Es kann vorgesehen sein, dass eine mit der Beleuchtungseinrichtung 06 verbundene Steuereinrichtung 23 die Gruppen von Lichtquellen 07 applikationsabhängig, z. B. in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Oberfläche 02 des Materials 03 nach der Farbe des Lichtes, ausgewählt und einzeln ansteuert. So kann die Steuereinrichtung 23 eine Gruppe von Lichtquellen 07 auch unabhängig von mindestens einer anderen Gruppe von Lichtquellen 07 in ihrer Helligkeit und/oder Leuchtdauer ansteuern. Der Beleuchtungsstreifen 01 ist außerhalb eines im direkten oder im umgelenkten Strahlengang liegenden Brennpunktes des von den Lichtquellen 07 emittierten Lichtes angeordnet.

Die Beleuchtungseinrichtung 06 besteht z. B. aus mehreren zeilenförmig aneinander gereihten Modulen M61 bis M65 (Fig. 23) jeweils mit mehreren zeilenförmig nebeneinander angeordneten Lichtquellen 07, wobei eine Trennfuge 26 zwischen zwei benachbarten Modulen M61 bis M65 vorzugsweise schräg zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 angeordnet ist. Die einzelnen Module M61 bis M65 der Beleuchtungseinrichtung 06 können z. B. funktionsgleich ausgebildet sein. So kann z. B. eine der Breite B03 des zu beleuchtenden Materials 03 entsprechende Zeilenlänge der aus mehreren aneinander gereihten Modulen M61 bis M65 zusammengesetzten Beleuchtungseinrichtung 06 durch ein Einschalten von den zeilenförmig angeordneten Lichtquellen 07 der betroffenen Module M61 bis M65 aktiviert werden oder es kann eine der Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 entsprechende Zeilenlänge der aus mehreren aneinander gereihten Modulen M61 bis M65 zusammengesetzten Beleuchtungseinrichtung 06 durch ein Einschalten von den zeilenförmig angeordneten Lichtquellen 07 der betroffenen Module M61 bis M65 aktiviert werden.

Fig. 14 zeigt in einer nur zweidimensionalen Darstellung eine einzelne Lichtquelle 07 der Beleuchtungseinrichtung 06. Die Lichtquelle 07 emittiert ihr Licht in einen Raumwinkel ω ,

wobei der Raumwinkel ω eine aus einer Kugel ausgeschnittene Fläche AK, also eine Kugeloberfläche AK, bis zur Größe einer Halbkugel aufspannt.

Fig. 15 zeigt mehrere, z. B. vier der in der Fig. 14 gezeigten Lichtquellen 07 zeilenförmig nebeneinander auf einer gemeinsamen Platine 21 angeordnet. Vorzugsweise ist die zu den jeweiligen Lichtquellen 07 gehörende Stromquelle 22 auf derselben Platine 21 angeordnet. Die Stromquelle 22 ist vorzugsweise als eine Konstantstromquelle 22, insbesondere als eine steuerbare Konstantstromquelle 22, ausgebildet.

Das optische System umfasst – wie es der Fig. 13 entnehmbar ist – auch eine Erfassungseinrichtung 08 mit mindestens einem in einem Abstand A09 von der Oberfläche 02 des Materials 03 angeordneten Detektor 09, wobei der Detektor 09 von der Oberfläche 02 des Materials 03 remittiertes Licht erfasst. Die Erfassungseinrichtung 08 ist z. B. als eine Kamera 08, vorzugsweise eine Zeilenkamera 08, insbesondere eine Farbzeilenkamera 08, ausgebildet. Auch die Erfassungseinrichtung 08 kann zeilenförmig mehrere nebeneinander angeordnete Detektoren 09 aufweisen, wobei die zeilenförmig angeordneten Detektoren 09 vorzugsweise parallel zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 angeordnet sind. Der Detektor 09 der Erfassungseinrichtung 08 kann z. B. als ein CCD-Array 09 oder als eine Gruppe von Photodioden 09 ausgebildet sein. Der Detektor 09 der Erfassungseinrichtung 08 wandelt das erfasste remittierte Licht in ein elektrisches Signal um und führt das elektrische Signal zu seiner Auswertung einer mit der Erfassungseinrichtung 08 verbundenen Bildverarbeitungseinrichtung 24 zu.

Fig. 16 zeigt, dass in dem optischen System den Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 mindestens ein erster Spiegel 11 mit mindestens einer längs zur Länge L01 und/oder zur Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 gerichteten Wirkfläche 12 zugeordnet ist, wobei die Wirkfläche 12 des ersten Spiegels 11 das in den Raumwinkel ω emittierte Licht von mindestens einer der Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 auf eine kleinere erste Hüllfläche AH1 als die zu dem

Raumwinkel ω gehörende Kugelfläche AK einschränkt. Die Wirkfläche 12 des ersten Spiegels 11 kann plan oder konkav ausgebildet sein. Dabei kann die mindestens eine längs zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 gerichtete Wirkfläche 12 des ersten Spiegels 11 das in den Raumwinkel ω emittierte Licht von mindestens einer der Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 stärker auf eine kleinere zweite Hüllfläche AH2 einschränken als die mindestens eine längs zur Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 gerichtete Wirkfläche 12 dieses ersten Spiegels 11, wie es die Fig. 17 im Vergleich zur Strahlenbündelung gemäß der Fig. 16 zeigt. Vorzugsweise weist mindestens eine Lichtquelle 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 einen ersten Spiegel 11 mit mindestens zwei zu einem von der Lichtquelle 07 emittierten Zentralstrahl 13 symmetrischen Wirkflächen 12 auf.

Zur Umlenkung der von mindestens einer der Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 in einem den Zentralstrahl 13 umgebenden zentralen Bereich 14 emittierten Strahlung kann, wie in den Fig. 18 und 19 dargestellt, z. B. ein zweiter Spiegel 16 vorgesehen sein, wobei dessen mindestens eine Wirkfläche 17 in dem den Strahlengang des Zentralstrahls 13 umgebenden zentralen Bereich 14 innerhalb des Raumwinkels ω des von der Lichtquelle 07 emittierten Lichtes angeordnet ist, wobei die Wirkfläche 17 des zweiten Spiegels 16 das von mindestens einer der Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 emittierte Licht gegen mindestens eine längs zur Länge L01 und/oder zur Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 gerichtete Wirkfläche 12 des ersten Spiegels 11 umlenkt. Dabei kann die von der Lichtquelle 07 emittierte Strahlung vorzugsweise längs zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 stärker gebündelt werden als die Strahlung längs zu dessen Breite B01. Auch die Wirkfläche 17 des zweiten Spiegels 16 kann plan oder konkav ausgebildet sein. Die dem zentralen Bereich 14 zuzuordnende, von den jeweiligen Lichtquellen 07 emittierte Strahlung ist in den Fig. 18 bis 21 jeweils mit durchgängigen Pfeillinien angedeutet, wohingegen von den Lichtquellen 07 in ihrem jeweiligen Raumwinkel ω peripher emittierte Strahlung mit gestrichelten Pfeillinien angedeutet ist.

Alternativ kann gleichfalls zur Umlenkung der von mindestens einer der Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 in einem den Zentralstrahl 13 umgebenden zentralen Bereich 14 emittierten Strahlung gemäß den Fig. 20 und 21 mindestens eine Linse 18, insbesondere eine bikonvexe Linse 18, in dem den Strahlengang des Zentralstrahls 13 umgebenden zentralen Bereich 14 innerhalb des Raumwinkels ω des von mindestens einer der Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 emittierten Lichtes angeordnet sein, wobei zwischen der Lichtquelle 07 und einem Zentrum Z18 der Linse 18 ein Abstand A18 besteht, wobei der Abstand A18 vorzugsweise geringer als die Hälfte des Abstandes A07 zwischen der Lichtquelle 07 und der Oberfläche 02 des Materials 03 ist. Dabei kann die Linse 18 nicht rotationssymmetrisch ausgebildet sein, um die von der Lichtquelle 07 emittierte Strahlung vorzugsweise längs zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 stärker zu bündeln als längs zu dessen Breite B01.

Die Fig. 22 zeigt, dass die Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 vorzugsweise derart angeordnet sind, dass sich die jeweiligen Raumwinkel ω oder zumindest die Hüllflächen AH1; AH2 des von mindestens zwei benachbarten Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 emittierten Lichtes zumindest in einem den Beleuchtungsstreifen 01 beleuchtenden Teilbereich 19 überlagern. Diese Überlagerung ist insbesondere auch dann vorgesehen, wenn die beteiligten benachbarten Lichtquellen 07 in zwei benachbarten Modulen M61 bis M65 angeordnet sind. Aus der Fig. 22 ist auch ersichtlich, dass an jeder einzelnen Lichtquelle 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 jeweils ein erster Spiegel 11 mit mindestens einer Wirkfläche 12, vorzugsweise mit zwei zueinander symmetrischen Wirkflächen 12, zumindest längs zur Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 vorgesehen sein kann. Des Weiteren kann die Oberfläche 02 des Materials 03 einen Streukörper, d. h. einen Licht streuenden Körper, aufweisen, z. B. ein Lentikular oder eine Prismenfolie, wobei der Streukörper das im Beleuchtungsstreifen 01 auf die Oberfläche 02 des Materials 03 aufgestrahlte Licht vorzugsweise nur oder zumindest ganz überwiegend längs zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01

remittiert.

Fig. 23 zeigt eine Ansicht des optischen Systems in einer lotrecht zur Bewegungsrichtung 04 des Materials 03 stehenden Ebene. Die Beleuchtungseinrichtung 06 und der auf der Oberfläche 02 des Materials 03 beleuchtete Beleuchtungsstreifen 01 sind im Abstand A07 parallel zueinander angeordnet, jedoch kann eine Erstreckung der Beleuchtungseinrichtung 06, d. h. ihre Länge B06, größer sein als die Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 oder als die Breite B03 des Materials 03. Die Beleuchtungseinrichtung 06 ist in mehrere Module M61 bis M65 aufgeteilt, d. h. in diesem Beispiel in fünf zeilenförmig nebeneinander angeordnet Module M61 bis M65, wobei die in jedem Modul M61 bis M65 angeordneten Lichtquellen 07 jeweils Licht zum Beleuchtungsstreifen 01 emittieren. Das vom Beleuchtungsstreifen 01 remittierte Licht wird von dem im Abstand A09 von der Oberfläche 02 des Materials 03 angeordneten Detektor 09 der Erfassungseinrichtung 08 innerhalb eines sich längs zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 öffnenden, räumlichen Erfassungswinkels α erfasst, wobei der Erfassungswinkel α in diesem Beispiel derart bemessen ist, dass er das vom Beleuchtungsstreifen 01 remittierte Licht über die gesamte Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 erfasst. Der Erfassungswinkel α bildet an der Oberfläche 02 des Materials 03 eine Querschnittsfläche aus, sodass der Erfassungswinkel α zumindest einen Teil einer sich über die Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 erstreckenden Querschnittsfläche des von der Beleuchtungseinrichtung 06 emittierten Lichtestrahlenbündels erfasst. Die vom Erfassungswinkel α erfasste Querschnittsfläche ist vorzugsweise zumindest so groß wie die auf der Oberfläche 02 des Materials 03 durch die Länge L01 und Breite B01 des Beleuchtungsstreifens 01 aufgespannte Fläche.

Die Qualität eines mit der Erfassungseinrichtung 08 durch Erfassung des vom Beleuchtungsstreifen 01 remittierten Lichtes aufgenommenen Bildes ist maßgeblich davon abhängig, dass die Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 Licht konstanter Lichtstärke emittieren. Denn Schwankungen in der Lichtstärke des von den

Lichtquellen 07 emittierten Lichtes führen in der Erfassungseinrichtung 08 bezüglich des der Bildverarbeitungseinrichtung 24 zugeführten Signals zu demselben Ergebnis wie Änderungen in der Beschaffenheit der Oberfläche 02 des angestrahlten Materials 03, sodass in der Bildverarbeitungseinrichtung 24 die Ursachen einer Signaländerung nicht unterschieden werden können. Unter diesen Umständen lassen sich aus einer in der Bildverarbeitungseinrichtung 24 vorgenommenen Bildauswertung keine verlässlichen Aussagen über die Beschaffenheit der Oberfläche 02 des angestrahlten Materials 03 gewinnen.

Abhilfe bieten hier Maßnahmen, die die Lichtstärke des von den Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 emittierten Lichtes konstant halten. Die in der Beleuchtungseinrichtung 06 verwendeten Lichtquellen 07 sind vorzugsweise als lichtstarke Leuchtdioden 07 oder Laserdioden 07 ausgebildet, deren Lichtstärke temperaturabhängig ist. Im Folgenden werden zur Erzielung einer konstanten Lichtstärke Maßnahmen zur Temperaturstabilisierung der auf dem Träger 21 angeordneten Lichtquellen 07 beschrieben. Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass die thermische Last der Lichtquellen 07 direkt am Entstehungsort abgeführt wird, wodurch sich kurze Regelzeiten erreichen lassen.

Die Lichtquellen 07 sind vorzugsweise auf einer mit weiteren elektronischen Bauelementen bestückbaren und mit Leiterbahnen versehenen Platine 21 angeordnet. Der Halbleiter der Leuchtdioden 07 oder Laserdioden 07 steht vorzugsweise in direktem Berührungskontakt mit der Platine 21, die z. B. als MCPCB (metal core printed circuit board) oder als eine Platine 21 mit einem Kern aus Aluminium ausgebildet ist und an ihrer die Leuchtdioden 07 oder Laserdioden 07 tragenden Montageseite 32 zur Ausbildung eines möglichst geringen Wärmeübergangswiderstandes nur eine sehr dünne Auflage auf ihrem wärmeleitenden Untergrund aufweist.

Fig. 24 zeigt eine Platine 21 mit mehreren darauf zeilenförmig angeordneten Lichtquellen

07, wobei die Platine 21 ihrerseits auf einem Träger 27 angeordnet ist, wobei der Träger 27 vorzugsweise in seinem Inneren vorzugsweise unterhalb der zeilenförmigen Anordnung der Lichtquellen 07 mindestens einen Kanal 28 aufweist, wobei ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium, z. B. Wasser oder Luft, den Kanal 28 durchströmt. Vorzugsweise stirnseitig am Träger 27 sind zur Zuführung und Abführung des Kühlmediums eine mit einem Vorlauf verbundene Öffnung 29 und eine mit einem Rücklauf verbundene Öffnung 31 vorgesehen, wobei das Kühlmedium den Träger 27 z. B. geradlinig durchströmt. Fig. 25 zeigt einen Träger 27, den das Kühlmedium in zwei einander entgegengesetzten Richtungen durchströmt, wodurch im Träger 27 ein entlang der zeilenförmigen Anordnung der Lichtquellen 07 ausgeglichenes Temperaturprofil erreicht wird. Dazu kann der Kanal 28 an einem Ende des Trägers 27 um 180° umgelenkt sein.

Eine nicht dargestellte Regeleinrichtung kann die Temperatur des Kühlmediums am Vorlauf und die durch den Kanal 28 strömende Durchflussmenge konstant halten. Alternativ kann die Regeleinrichtung auch eine Differenz zwischen der Temperatur des Kühlmediums am Vorlauf und der Temperatur des Kühlmediums am Rücklauf konstant halten. Dabei ist weniger die absolute Temperatur des Kühlmediums von Bedeutung, sondern vielmehr, dass eine für die Lichtquellen 07 maximal zulässige Temperatur, die sich aus den Wärmeübergangswiderständen der beteiligten Werkstoffe ergibt, nicht überschritten wird, was von der Regeleinrichtung durch eine Überwachung der Temperatur und einen darauf reagierenden Regelungseingriff verhindert wird. Wenn ein in seiner Temperatur oder Durchflussmenge regelbares Kühlmedium nicht zur Verfügung steht, kann die Kühlung der Lichtquellen 07 auch über ein externes, nicht mit der Platine 21 verbundenes Kühlgerät (nicht dargestellt) erfolgen.

Eine Alternative zur Verwendung eines strömenden Kühlmediums zeigt die Fig. 26. Die mit den Lichtquellen 07 bestückte Platine 21 ist auf einem Träger 27 angeordnet, wobei der Träger 27 seinerseits auf mindestens einem Peltierelement 33, vorzugsweise aber

mehreren Peltierelementen 33, angeordnet ist, wobei die Peltierelemente 33 jeweils mit einem vom Träger 27 thermisch getrennten Kühlkörper 34 verbunden sind. Eine notwendige Temperaturmessung zur Regelung des mindestens einen Peltierelements 33 durch eine nicht dargestellte elektronische Regeleinrichtung wird direkt an dem Träger 27 durch einen an diesem angebrachten Temperatursensor 36 vorgenommen. Bei schwankender Umgebungstemperatur schwankt dann nur die Temperatur des Kühlkörpers 34, nicht aber die Temperatur der auf der Platine 21 angeordneten Lichtquellen 07. Die elektronische Regeleinrichtung kann in der mit der Beleuchtungseinrichtung 06 verbundenen Steuereinrichtung 23 integriert sein.

Da die Bewegung des bewegten Materials 03 in einer Druckmaschine oder einer ein Druckerzeugnis weiter verarbeitenden Maschine mit einer Geschwindigkeit von mehreren Metern pro Sekunde erfolgt, z. B. 3 m/s oder mehr, wobei z. B. in einer Bogendruckmaschine 18.000 oder auch mehr Bogen 03 pro Stunde bedruckt und durch die Druckmaschine transportiert werden, ist das optische System derart auszulegen, dass von dem bewegten Material 03 eine brauchbare Bildaufnahme möglich ist. Dabei ist zu beachten, dass sich bei einer als eine Zeilenkamera 08 ausgebildeten Erfassungseinrichtung 08 die erfasste Menge des von der Oberfläche 02 des bewegten Materials 03 remittierten Lichtes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des bewegten Materials 03 ändert. Dadurch ändert sich auch die Helligkeit der Bildaufnahme. Bei größeren Geschwindigkeitsänderungen, wie sie in den genannten Maschinen üblicherweise auftreten, kann die Bildaufnahme unbrauchbar werden.

Statt die Bildaufnahme der Zeilenkamera 08 mit einem Encoder mit der Geschwindigkeit des bewegten Materials 03 zu synchronisieren, wird vorgeschlagen, eine Einschaltdauer t_3 einer einzelnen Lichtquelle 07 oder einer Gruppe von Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06, die von einer von der Steuereinrichtung 23 gesteuerten Stromquelle 22, insbesondere einer Konstantstromquelle 22, angesteuert werden, mit einer Triggerung, d. h. einer Belichtungsdauer t_1 der Zeilenkamera 08 zu synchronisieren,

sodass die Oberfläche 02 des bewegten Materials 03 unabhängig von der Geschwindigkeit des bewegten Materials 03 immer mit der gleichen Lichtmenge beleuchtet wird. Dadurch ergibt sich eine konstante Helligkeit für das von der Zeilenkamera 08 aufgenommene Bild über einen weiten Bereich der Geschwindigkeit des bewegten Materials 03.

Vorzugsweise sind – wie bereits beschrieben - in der Beleuchtungseinrichtung 06 mehrere Gruppen von Lichtquellen 07 vorgesehen, denen jeweils mindestens eine Stromquelle 22, insbesondere eine Konstantstromquelle 22, zugeordnet ist. Die Einschaltzeiten t_3 der Lichtquellen 07 werden von der mit der Beleuchtungseinrichtung 06 verbundenen Steuereinrichtung 23 z. B. gruppenweise oder auch einzeln unabhängig voneinander von den jeweiligen Stromquellen 22 angesteuert, sodass sich über die Länge der vorzugsweise zeilenförmig angeordneten Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 ein Lichtmengenprofil einstellen lässt. Die Einstellung eines Lichtmengenprofils vorzugsweise längs zur Länge L01 des Beleuchtungsstreifens 01 hat den Vorteil, dass Transmissionsverluste durch eine nicht dargestellte Optik der Zeilenkamera 08 ausgeglichen werden können.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass ein z. B. mit der Steuereinrichtung 23 verbundener Lichtsensor 37 die abgestrahlte Lichtmenge der Lichtquellen 07 der Beleuchtungseinrichtung 06 misst, um anhand des Messsignals des Lichtsensors 37 die Einschaltdauer t_3 der von den Stromquellen 22 mit der Steuereinrichtung 23 gesteuerten Lichtquellen 07 z. B. an ein Degradationsverhalten der Lichtquellen 07 anzupassen und mit der Ansteuerung der Lichtquellen 07 z. B. eine mit ihrer Alterung nachlassende Abstrahlung in ihrer Lichtmenge zu kompensieren. Auch kann die Steuereinrichtung 23 die Einschaltdauer t_3 der Lichtquellen 07 an unterschiedliche optische Eigenschaften des zu beleuchtenden Materials 03 automatisch anpassen.

Fig. 27 zeigt das Zeitverhalten der Zeilenkamera 08 und das der Lichtquellen 07. Die

Zeilenkamera 08 wird gemäß dem oberen, ersten Zeitverlauf zu einem bestimmten Zeitpunkt eingeschaltet, sodass zu diesem Zeitpunkt die Belichtungsdauer t_1 der Zeilenkamera 08 beginnt. Nach Ablauf der Belichtungsdauer t_1 folgt unmittelbar eine von der Geschwindigkeit des bewegten Materials 03 abhängige Auszeit t_2 zwischen zwei aufeinander folgenden, benachbarten Bildzeilen der Zeilenkamera 08. Zumindest eine in Abhängigkeit von der Steuerung der Zeilenkamera 08 getriggerte Lichtquelle 07 wird gemäß dem mittleren, zweiten Zeitverlauf in der Fig. 27 von der von der Steuereinrichtung 23 gesteuerten Stromquelle 22 gleichzeitig mit der Belichtungsdauer t_1 der Zeilenkamera 08 angesteuert, wobei nach einer Verzögerungszeit t_4 für die Einschaltung der Lichtquelle 07, d. h. eine physikalisch bedingte Zeit bis zum Beginn ihrer Lichtemission, diese Lichtquelle 07 dann für die Einschaltdauer t_3 eingeschaltet bleibt, wobei eine Summe bestehend aus der Verzögerungszeit t_4 und der Einschaltdauer t_3 vorzugsweise geringer bemessen ist als die Belichtungsdauer t_1 der Zeilenkamera 08. Das Zeitverhalten für die Zeilenkamera 08 und die Lichtquellen 07 wiederholt sich periodisch in der zuvor beschriebenen festen Korrelation. Nur als Vergleich zu der in ihrer Einschaltdauer t_3 getriggerten Lichtquelle 07 ist in dem unteren, dritten Zeitverlauf der Fig. 27 das Zeitverhalten der Einschaltdauer t_5 für eine Konstantlichtquelle dargestellt.

Das für eine Druckbildkontrolle geeignete Inspektionssystem weist in einer Ausführungsform gemäß seiner schematischen Darstellung in der Fig. 28 eine Kamera 101, z. B. eine oder mehrere miteinander gekoppelte Farbzeilenkameras 101 oder eine Farbflächenkamera 101 auf, die ein von einer Beleuchtungseinrichtung 102 beleuchtetes Bild von einem vorzugsweise als Bogen 103 ausgebildeten Bedruckstoff aufnimmt, nachdem der z. B. aus Papier bestehende Bogen 103 von einer Druckmaschine bedruckt worden ist. Von der Kamera 101 aus der Aufnahme des Bildes ermittelte Amplitudenwerte einzelner Farbkanäle werden in einem Bildverarbeitungssystem 104 verarbeitet. Die Ausgabe des Ergebnisses erfolgt z. B. auf einem mit dem Bildverarbeitungssystem 104 verbundenen Monitor 106. Eingaben, z. B. dem Bildverarbeitungssystem 104 für seine

Berechnungen notwendigerweise mitzuteilende Parameter, werden über eine an das Bildverarbeitungssystem 104 angeschlossene Tastatur 107 eingegeben.

Der Bogen 103 weist gemäß der Fig. 29 mehrere Nutzen 109 auf, die z. B. in Reihen und Spalten auf dem Bogen 103 angeordnet sind. Das von der Farbzeilenkamera 101 oder der Farbflächenkamera 101 aufgenommene Bild vom gesamten Bogen 103 wird im Bildverarbeitungssystem 104 mit einem elektronischen, nicht fotografisch gewonnenen, z. B. mit einem CAD-System erzeugten Datensatz zur Position, Form oder Größe der einzelnen Nutzen 109 auf dem Bogen 103 verglichen, wobei der Datensatz bei einer Herstellung von einer Stanzform zum Separieren der Nutzen 109 aus dem Bogen 103 zusammengestellt worden ist. In dem Bildverarbeitungssystem 104 wird das vom Bogen 103 aufgenommene Bild einem aus dem Datensatz elektronisch gewonnenen Bild überlagert, wobei das aus dem Datensatz gewonnene Bild eine Sollvorgabe vorzugsweise einer aus dem Datensatz entnehmbaren Kontur der Nutzen 109 sowie deren Position oder Größe auf dem Bogen 103 wiedergibt. Ein mit der vom Datensatz vorgegebenen Kontur oder der vorgegebenen Position oder Größe nicht übereinstimmender Nutzen 109 des mit der Kamera 101 abgebildeten Bogens 103, d. h. ein Istwert von den Nutzen 109 des Bogens 103, wird von einer z. B. von dem Bildverarbeitungssystem 104 gesteuerten Markiereinrichtung 108 durch Auftragen einer Nummerierung oder anderen Kennzeichnung markiert, wenn vom einen Vergleich ausführenden Bildverarbeitungssystem 104 zwischen der Sollvorgabe und dem Istwert eine signifikante Abweichung festgestellt wird. Ein mit der vom Datensatz vorgegebenen Kontur oder der vorgegebenen Position nicht übereinstimmender Nutzen 109 kann auch auf dem Monitor 106 angezeigt werden, sodass die Markierung des Nutzens 109 mit einem Druckbild von fehlerhafter Qualität auch beispielsweise durch das Bedienpersonal der Druckmaschine erfolgen kann.

In einer weiteren Ausführungsform weist das für die Druckbildkontrolle geeignete Inspektionssystem gemäß seiner schematischen Darstellung in der Fig. 30 eine oder

mehrere miteinander gekoppelte Farbzeilenkameras 201 oder eine Farbflächenkamera 201 auf, die ein von einer Beleuchtungseinrichtung 202 beleuchtetes Druckbild 203 aufnimmt, wobei das Druckbild 203 mit einer Druckmaschine auf einem z. B. aus Papier bestehendem Bedruckstoff erzeugt worden ist. Von der Farbzeilenkamera 201 oder der Farbflächenkamera 201 aus der Aufnahme des Druckbildes ermittelte Amplitudenwerte A_{xy2} der einzelnen Farbkanäle werden in einem Bildverarbeitungssystem 204 verrechnet. Die Ausgabe des Ergebnisses erfolgt z. B. auf einem mit dem Bildverarbeitungssystem 204 verbundenen Monitor 206. Eingaben, z. B. dem Bildverarbeitungssystem 204 für seine Berechnungen notwendigerweise mitzuteilende Parameter, werden über eine an das Bildverarbeitungssystem 204 angeschlossene Tastatur 207 eingegeben.

In einer Lernphase während einer als gut klassifizierten Produktion werden die Amplitudenwerte A_{xy2} der Farbzeilenkamera 201 oder der Farbflächenkamera 201 von dem Bildverarbeitungssystem 204 zu einem Referenzbild verrechnet. Fig. 31 zeigt eine zweidimensionale Darstellung eines aus der Aufnahme des Druckbildes resultierenden, beispielsweise quadratischen Pixelfeldes, wobei das Pixelfeld in seiner Grundfläche z. B. aus 8×8 Pixeln besteht und die Amplitudenwerte A_{xy2} des Pixelfeldes auf dessen Hochachse aufgetragen sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die folgenden, aus dem Pixelfeld entnommenen oder abgeleiteten Daten nur für einen eindimensionalen Bereich von einer einzigen Zeile mit z. B. acht Pixeln i_2 mit $i_2 = 0$ bis 7 dargestellt. Fig. 32 zeigt ein vorzugsweise aus mehreren Aufnahmen generiertes Referenzbild mit den jeweiligen Maximalwerten $A_{\max 2}$ und Minimalwerten $A_{\min 2}$ für jedes Pixel i_2 .

Anschließend werden die Amplitudenwerte A_{ip2} des aktuell aufgenommenen Druckbildes mit diesem aus dem Verlauf der jeweiligen Maximalwerte $A_{\max 2}$ und Minimalwerte $A_{\min 2}$ bestehenden Referenzbild verglichen und die Abweichungen ermittelt, wie es die Fig. 33 aufzeigt.

In dem Vergleich der Amplitudenwerte A_{ip2} des aktuell aufgenommenen Druckbildes mit seinem Referenzbild wird für jede Abweichung der Kontrast AK_2 zum Referenzbild

bewertet. Die Bewertung erfolgt über zwei getrennt einzustellende Entscheidungsschwellen $W2$ und $F2$, wobei eine Entscheidungsschwelle eine Warnungsschwelle $W2$ und die andere Entscheidungsschwelle eine Fehlerschwelle $F2$ bilden (Fig. 34). Sobald der Kontrast $AK2$ zum Referenzbild für ein oder mehrere Pixel $i2$ oberhalb der Warnschwelle $W2$, aber noch unterhalb der Fehlerschwelle $F2$ liegt, wird für diesen Bildbereich eine Warnung ausgegeben. Sobald für ein Pixel $i2$ der Kontrast $AK2$ zum Referenzbild oberhalb der Fehlerschwelle $F2$ liegt, wird dieser Bildbereich als Fehler bewertet. Die Unterscheidung zwischen einem Fehler und einer Warnung erfolgt also über den Kontrast $AK2$ der Abweichung im Bezug zur gelernten Referenz.

Zusätzlich kann eine weitere Auswertung über die Anzahl der Warnungen oder Fehler von Pixeln $i2$ in einer lokalen Nachbarschaft erfolgen. Weicht z. B. nur ein einzelnes Pixel $i2$ von dem gelernten Referenzbild ab, so ist dies eine Warnung oder ein Fehler geringer Größe und kann unter Umständen vernachlässigt werden. Aus diesem Grunde wird eine Betrachtung der Größe der Warnung oder des Fehlers nachgeschaltet, wobei in dieser Betrachtung überprüft wird, ob in einem z. B. 8×8 großen Pixelfeld in lokaler Nähe mehrere Pixel $i2$ aus der Referenz heraustreten und eine flächenmäßig größere Abweichung ergeben. Somit kann nicht nur der Kontrast $AK2$ als solcher, sondern auch die Fläche, in der im Kontrast $AK2$ eine Abweichung von dem gelernten Referenzbild besteht, ermittelt und diese Fläche bezüglich seiner Entscheidungsschwellen $W2$ und $F2$ eingestellt werden. Über einstellbare Entscheidungsschwellen $W2$ und $F2$ kann diejenige Anzahl von Abweichungen im Auswertebereich angegeben werden, ab der entweder eine Warnung oder ein Fehler angezeigt werden.

Damit bei dieser Betrachtung nicht Fehler mit hohem Kontrast $AK2$, aber geringer Größe übersehen werden, wird zudem die Fläche oberhalb der Fehlerschwelle $F2$ ermittelt. Wird dabei ein einstellbarer Wert, ein sogenanntes Fehlergewicht $FG2$, in einem lokalen Bereich von z. B. 8×8 Pixeln überschritten, wird unabhängig von der Fläche der Abweichung im Kontrast $AK2$ ein Fehler gemeldet.

Die Anzeige der Abweichungen erfolgt am Monitor 206 z. B. getrennt nach der Art der Abweichung vorzugsweise in unterschiedlichen Farben, wobei die Anzeige auf dem Monitor 206 vorzugsweise positionsgenau über das aktuelle Druckbild überblendet wird. Der Bediener wird dadurch in die Lage versetzt, bei einer laufenden Produktion der Druckmaschine sofort zu erkennen, in welchem Druckwerk die Ursache für eine Abweichung in der Qualität des Druckerzeugnisses auftritt. Die Ursache kann dann bewertet und behoben werden.

Bezugszeichenliste

- 01 Gebilde, Beleuchtungsstreifen
- 02 Oberfläche
- 03 Material, Bogen, Materialbahn, Bedruckstoff, Wertpapier, Banknote
- 04 Bewegungsrichtung
- 05 –
- 06 Beleuchtungseinrichtung
- 07 Lichtquelle, Leuchtdiode, Laserdiode
- 08 Erfassungseinrichtung, Kamera, Zeilenkamera, Farbzeilenkamera
- 09 Detektor, CCD-Array, Photodiode
- 10 –
- 11 Spiegel, erster
- 12 Wirkfläche
- 13 Zentralstrahl
- 14 zentraler Bereich
- 15 –
- 16 Spiegel, zweiter
- 17 Wirkfläche
- 18 Linse
- 19 Teilbereich
- 20 –
- 21 Platine
- 22 Stromquelle, Konstantstromquelle
- 23 Steuereinrichtung
- 24 Bildverarbeitungseinrichtung
- 25 –
- 26 Trennfuge
- 27 Träger

- 28 Kanal
- 29 Öffnung
- 30 –
- 31 Öffnung
- 32 Montageseite
- 33 Peltierelement
- 34 Kühlkörper
- 35 –
- 36 Temperatursensor
- 37 Lichtsensor
- 101 Kamera, Farbzeilenkamera, Farbflächenkamera
- 102 Beleuchtungseinrichtung
- 103 Bogen
- 104 Bildverarbeitungssystem
- 105 –
- 106 Monitor
- 107 Tastatur
- 108 Markiereinrichtung
- 109 Nutzen
- 201 Farbzeilenkamera, Farbflächenkamera
- 202 Beleuchtungseinrichtung
- 203 Druckbild
- 204 Bildverarbeitungssystem
- 205 –
- 206 Monitor
- 207 Tastatur

A07 Abstand

A09 Abstand

A18 Abstand

B01 Breite

B03 Breite

B06 Länge

L01 Länge

Z18 Zentrum

AH1 Hüllfläche, erste

AH2 Hüllfläche, zweite

AK Fläche, Kugeloberfläche

M61 Modul

M62 Modul

M63 Modul

M64 Modul

M65 Modul

t1 Belichtungsdauer

t2 Auszeit

t3 Einschaltdauer

t4 Verzögerungszeit

t5 Einschaltdauer

α Erfassungswinkel

ω Raumwinkel

Axy2 Amplitudenwert

Aimax2 Maximalwert

Aimin2 Minimalwert

Aip2 Amplitudenwert

AK2 Kontrast

F2 Fehlerschwelle

FG2 Fehlergewicht

i2 Pixel

W2 Warnschwelle

Ansprüche

1. System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache, zumindest mit einer Bildaufnahmeeinheit und einem Bildverarbeitungssystem, wobei die Druckmaschine mindestens ein Druckwerk mit einem Druckwerkszylinder und ein Farbwerk mit mindestens einer Zonenschraube zur Einstellung einer der Drucksache zugeordneten Farbzone aufweist, wobei das Bildverarbeitungssystem die Qualität der Drucksache in einem laufenden Druckprozess anhand eines von ihr mit der Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen Bildes durch einen Vergleich mit einem Referenzbild beurteilt, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildverarbeitungssystem eine Farbmessung an der Drucksache vornimmt und eine aus der Farbmessung berechnete Abweichung zum Referenzbild in einen Stellbefehl zur Steuerung der Zonenschraube umsetzt.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Regelkreis den Stellbefehl zur Steuerung der Zonenschraube generiert.
3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Farbwerk mehrere Zonenschrauben vorgesehen sind, wobei das Bildverarbeitungssystem mehrere Zonenschrauben in einem aufeinander abgestimmten Verhältnis gleichzeitig ansteuert.
4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die gleichzeitig angesteuerten Zonenschrauben im Farbwerk benachbart oder in einer zusammengehörenden Gruppe von Zonenschrauben angeordnet sind.
5. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildverarbeitungssystem die Abweichung eines aktuell von der Drucksache aufgenommenen Bildes zu dem Referenzbild auf der Grundlage mindestens einer

zuvor dem Bildverarbeitungssystem eingegebenen Solldichte für mindestens eine Druckfarbe berechnet.

6. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildverarbeitungssystem die Abweichung eines aktuell von der Drucksache aufgenommenen Bildes zu dem Referenzbild auf der Grundlage einer aus einer dem Druckprozess vorgeschalteten Druckvorstufe bekannten Flächendeckung mindestens einer Druckfarbe berechnet.
7. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildverarbeitungssystem das zur Berechnung der Abweichung erforderliche Referenzbild in einem Lernmodus einlernt.
8. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildverarbeitungssystem das zur Berechnung der Abweichung erforderliche Referenzbild über die Aufnahme mehrerer Bilder und eine Mittelung der daraus gewonnenen Daten einlernt.
9. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildverarbeitungssystem für jede Drucksache, an der eine Farbmessung durchzuführen ist, eine Referenzposition ermittelt.
10. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmaschine als eine Bogenoffsetdruckmaschine ausgebildet ist.

Zusammenfassung

Es wird ein System zur Beurteilung einer Qualität einer von einer Druckmaschine produzierten Drucksache vorgeschlagen, das zumindest eine Bildaufnahmeeinheit und ein Bildverarbeitungssystem aufweist, wobei die Druckmaschine mindestens ein Druckwerk mit einem Druckwerkszylinder und ein Farbwerk mit mindestens einer Zonenschraube zur Einstellung einer der Drucksache zugeordneten Farbzone aufweist, wobei das Bildverarbeitungssystem die Qualität der Drucksache in einem laufenden Druckprozess anhand eines von ihr mit der Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen Bildes durch einen Vergleich mit einem Referenzbild beurteilt, wobei das Bildverarbeitungssystem eine Farbmessung an der Drucksache vornimmt und eine aus der Farbmessung berechnete Abweichung zum Referenzbild in einen Stellbefehl zur Steuerung der Zonenschraube umsetzt.

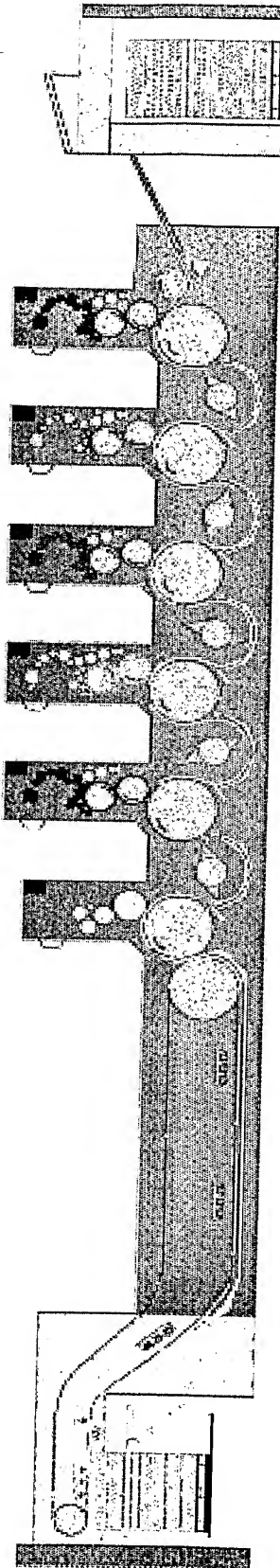


Fig. 1

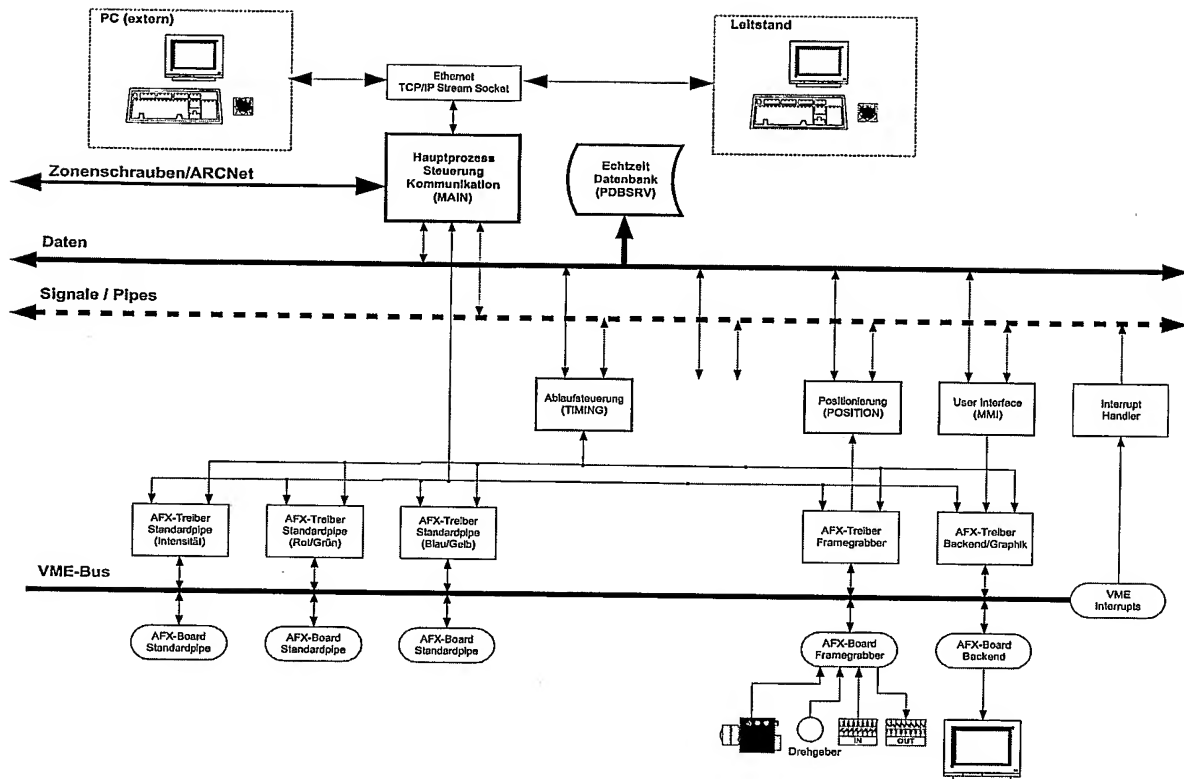


Fig. 2

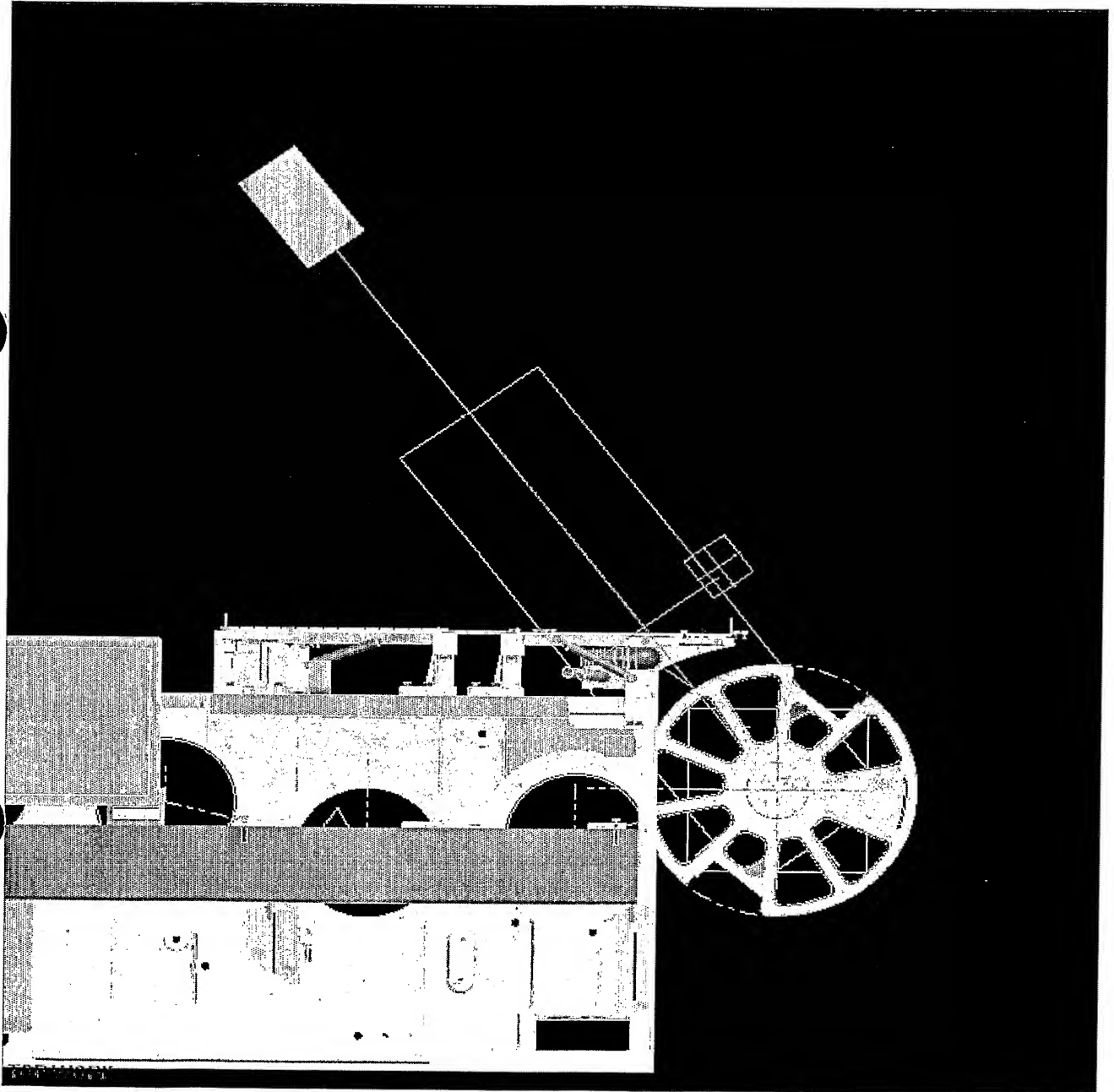


Fig. 3

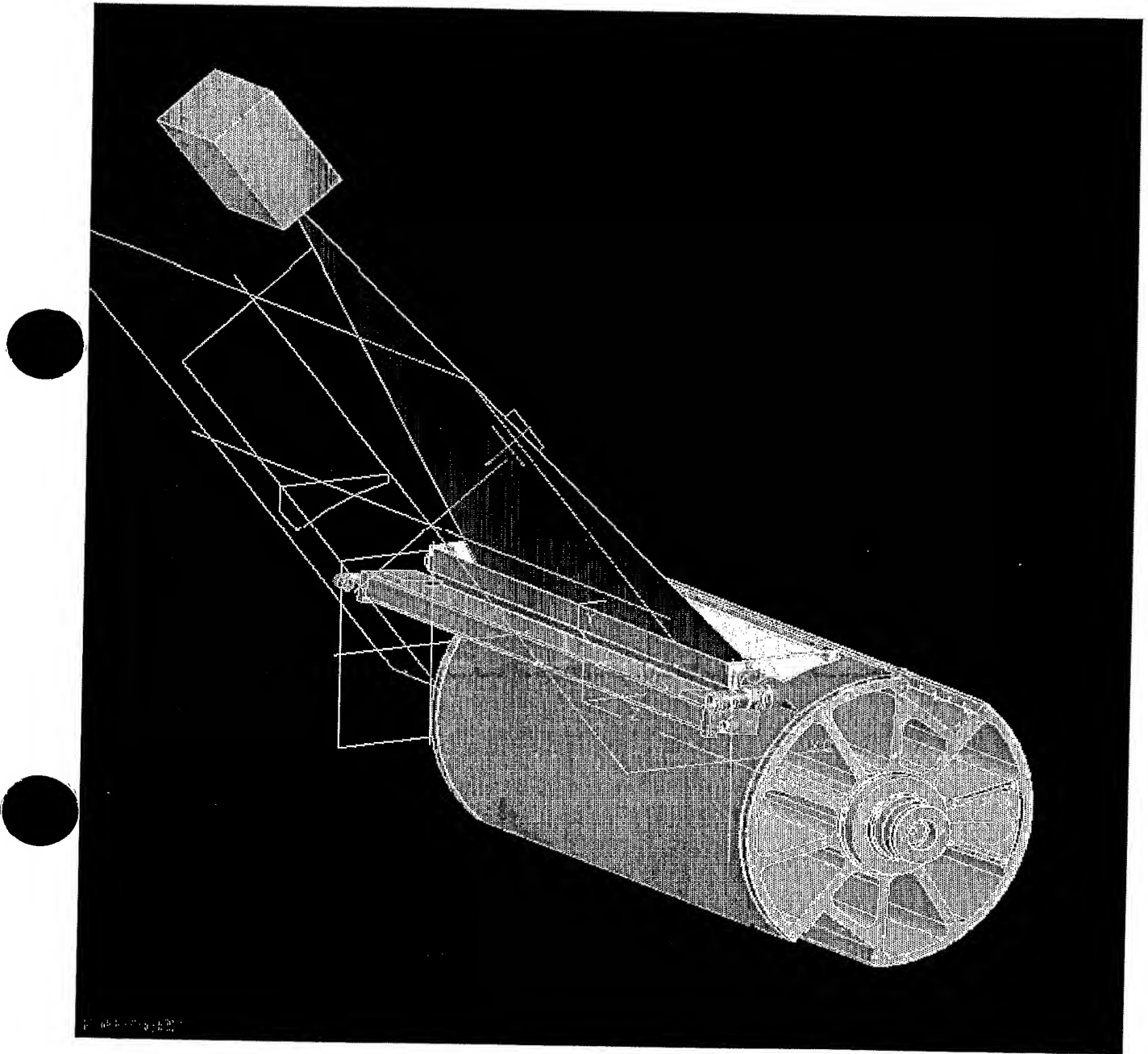


Fig. 4

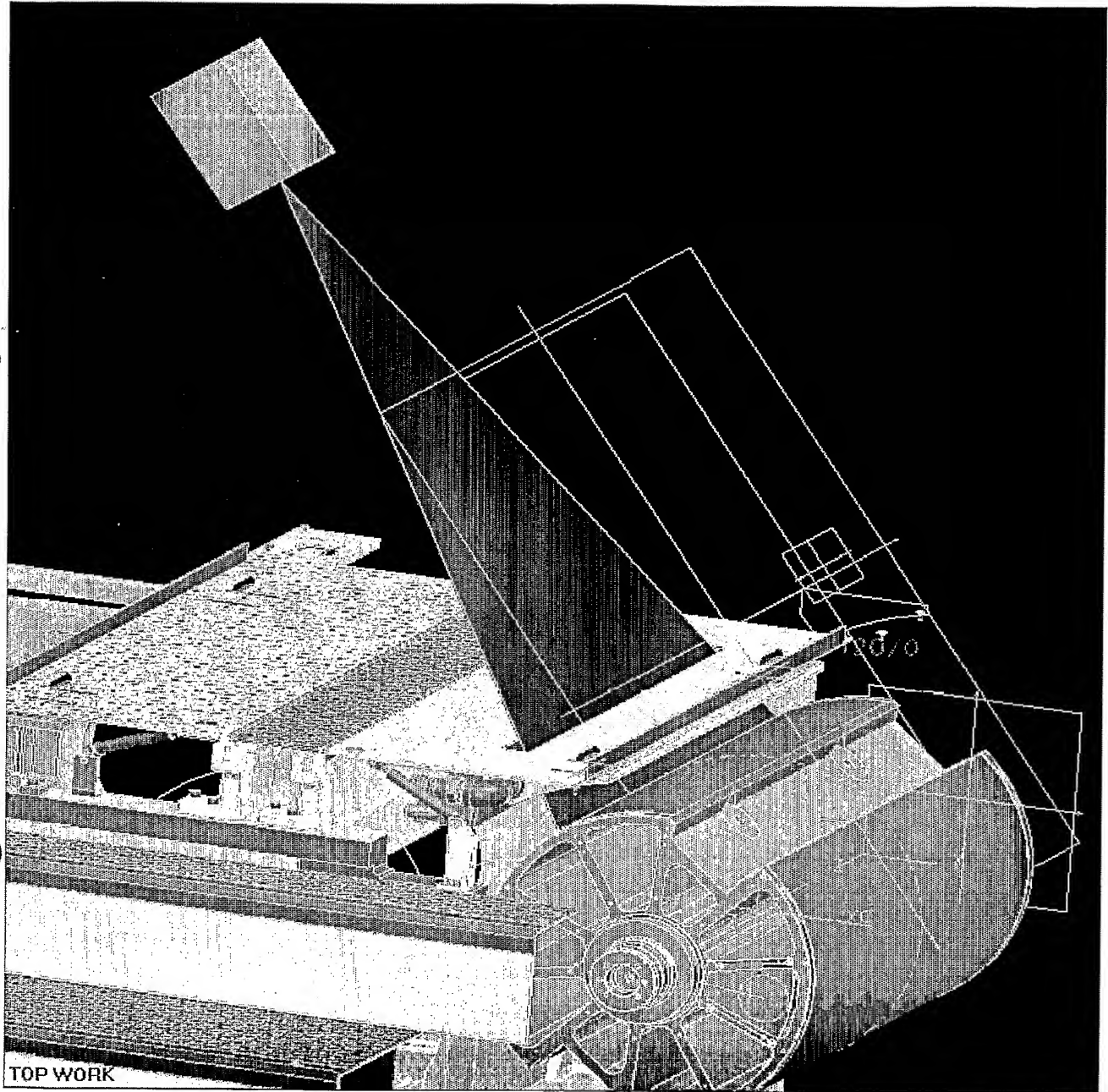


Fig. 5

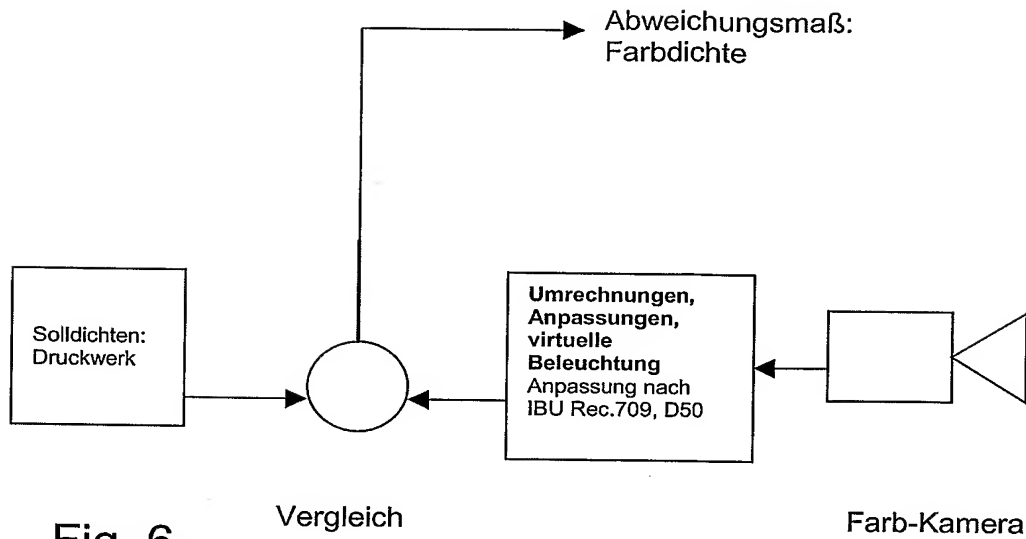


Fig. 6

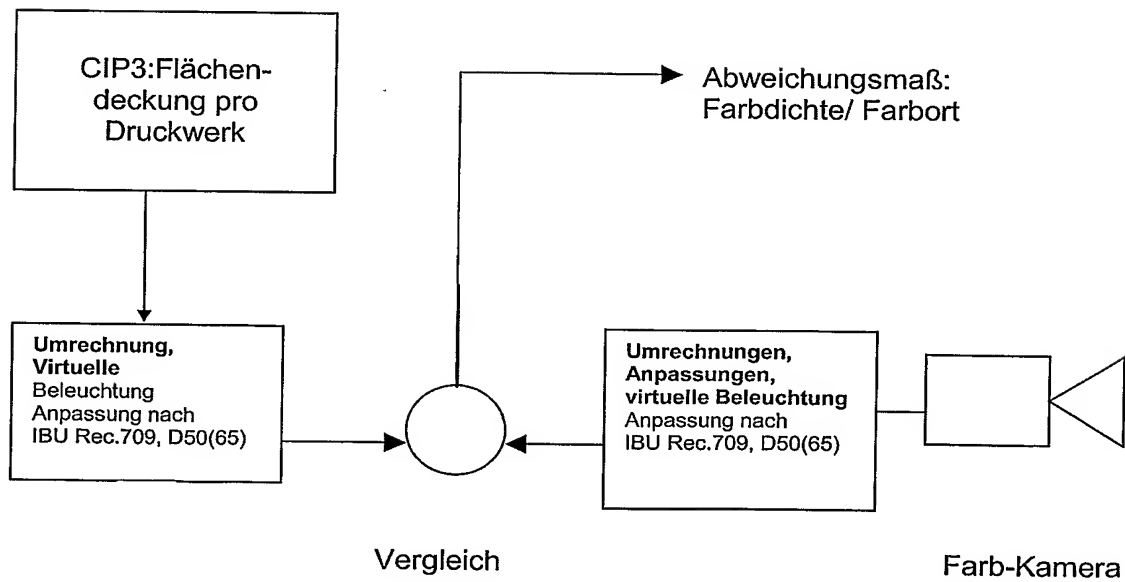


Fig. 7

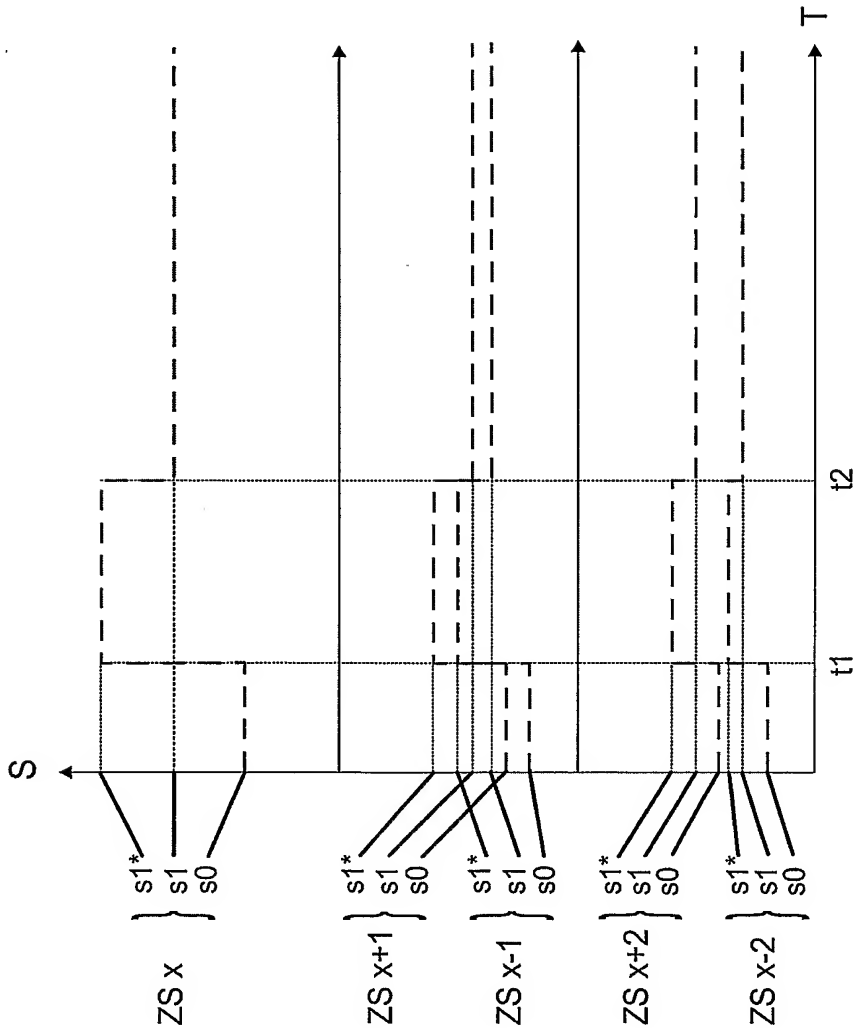


Fig. 8

```
<QT_LS>
  <Status>
    <Modus>
      idle
    </Modus>
    <Gutbogenzaehler>
      42
    </Gutbogenzaehler>
  </Status>
</QT_LS>
```

Fig. 9

```
<QT_LS>
  <FZSSollwertAbweichung>
    <FarbwerkNummer>
      2
    </FarbwerkNummer>
    <SollwertAbweichung>
      10 50 60 60 60 50 90 90 90 90 90 80 98 11
    </SollwertAbweichung>
  </FZSSollwertAbweichung>
</QT_LS>
```

Fig. 10

```
<LS_QT>
  <Auftrag>
    <Auflagenhoehe>
      15000
    </Auflagenhoehe>
    <Nummer>
      0815
    </Nummer>
    <Name>
      TestName
    </Name>
    <Kunde>
      König
    </Kunde>
    <Kommentar>
      Nomen est omen
    </Kommentar>
    <Teilauftrag>
      <Nummer>
        081501
      </Nummer>
      <Name>
        Test
      </Name>
      <Druckdurchgang>
        <Nummer>
          3
        </Nummer>
        <Name>
          Test
        </Name>
        <Aussermittig>
          0
        </Aussermittig>
      </Druckdurchgang>
      <Bogenbreite>
        1000
      </Bogenbreite>
      <Bogenlaenge>
        800
      </Bogenlaenge>
    </Teilauftrag>
  </Auftrag>
</LS_QT>
```

Fig. 11

10/26

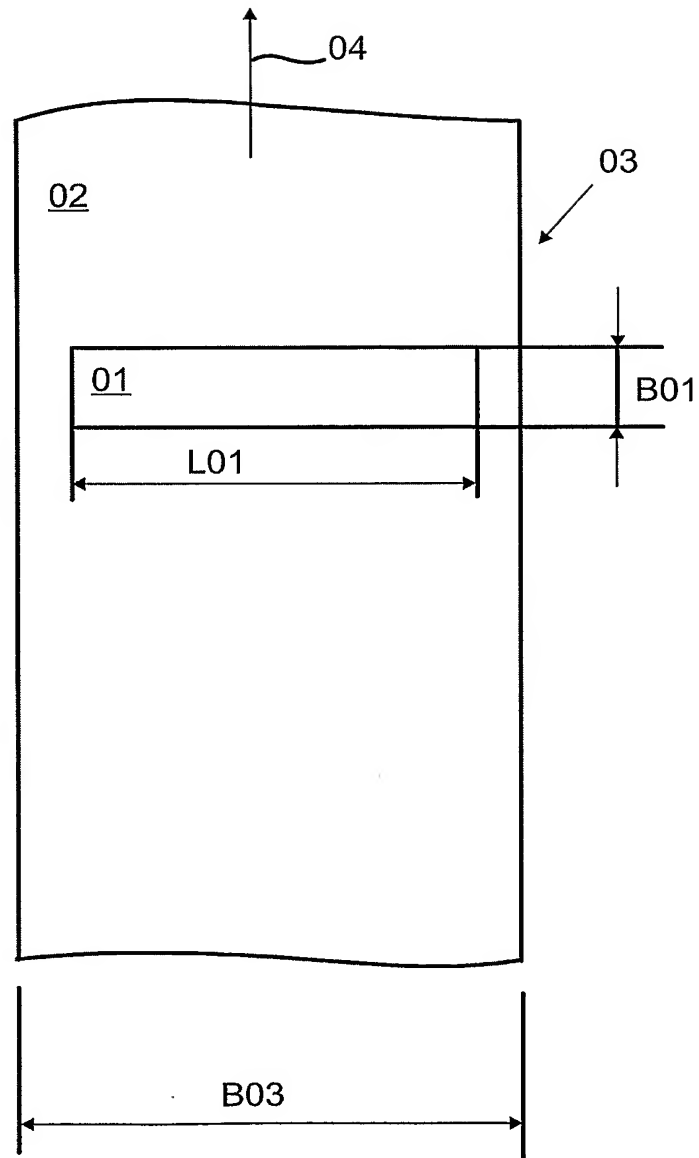


Fig. 12

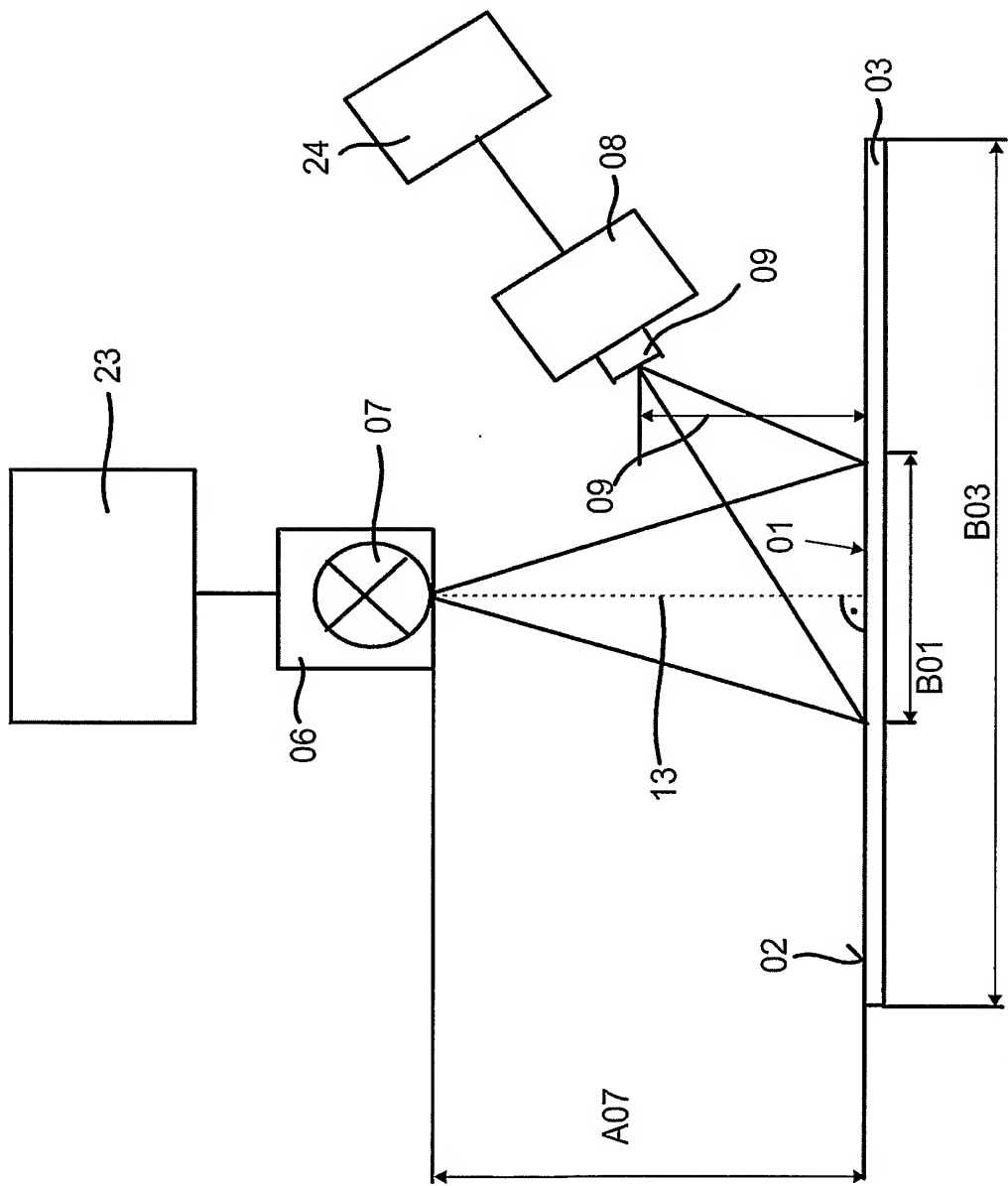
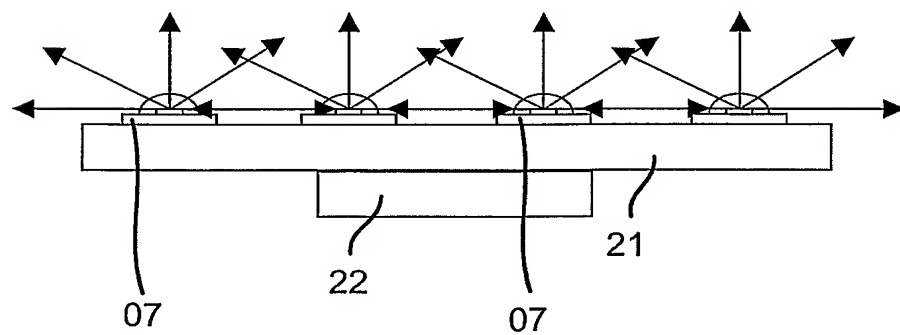
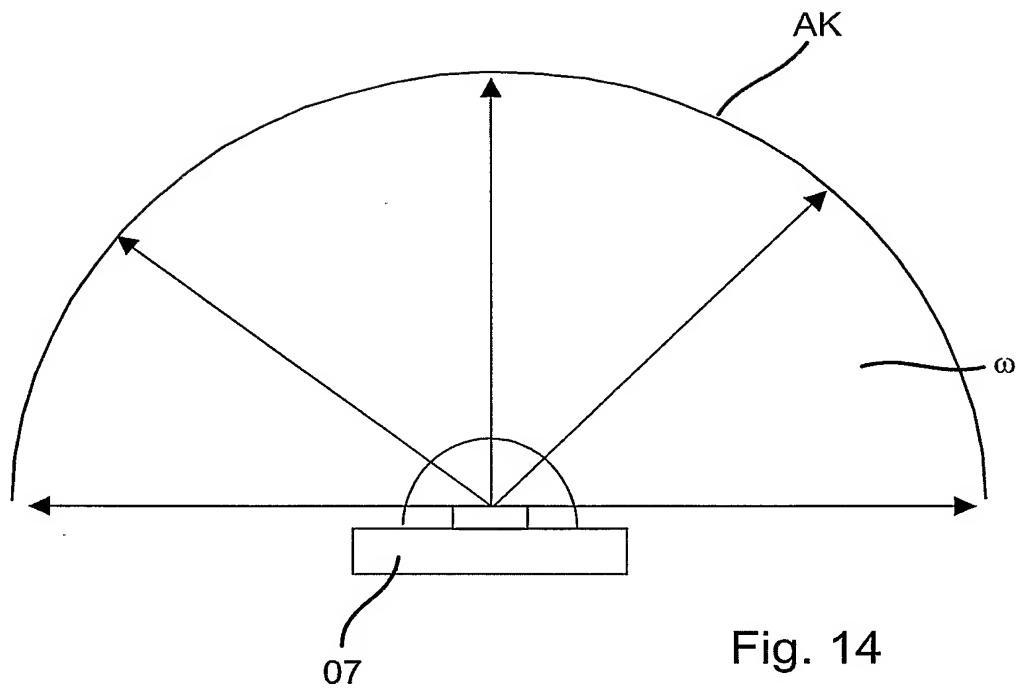


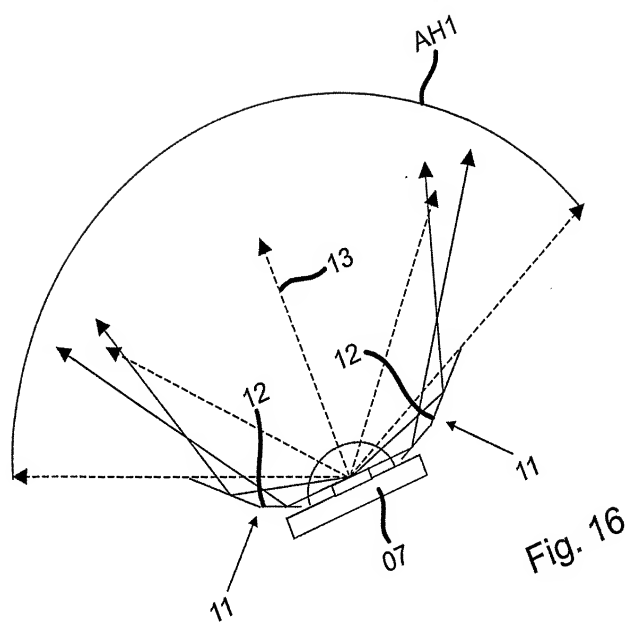
Fig. 13

12/26



W1.2217DE
2004-03-23

13/26



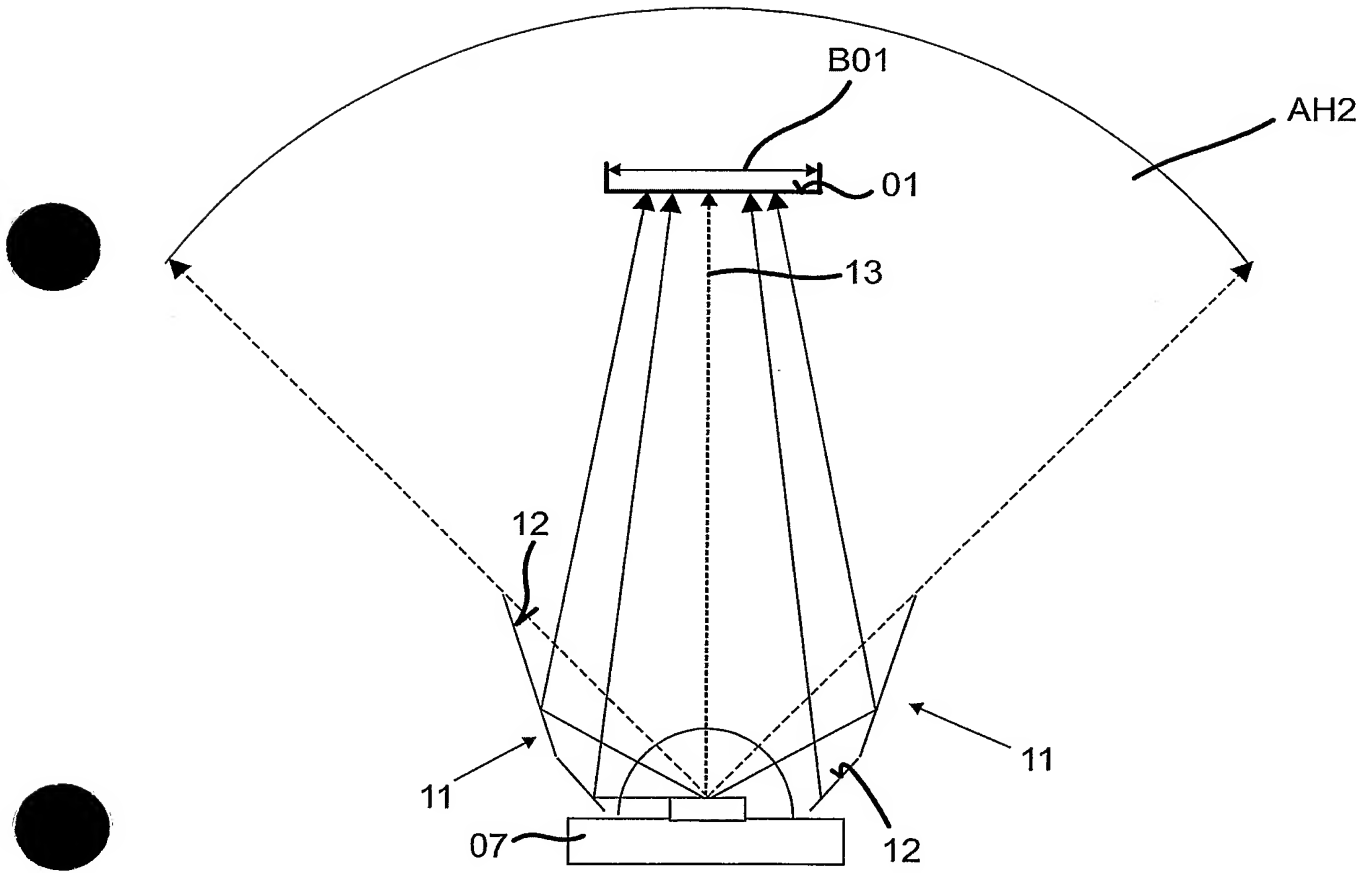


Fig. 17

15/26

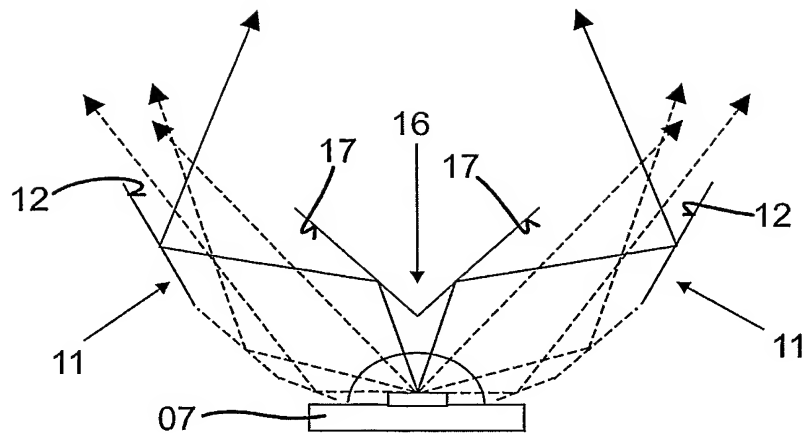


Fig. 18

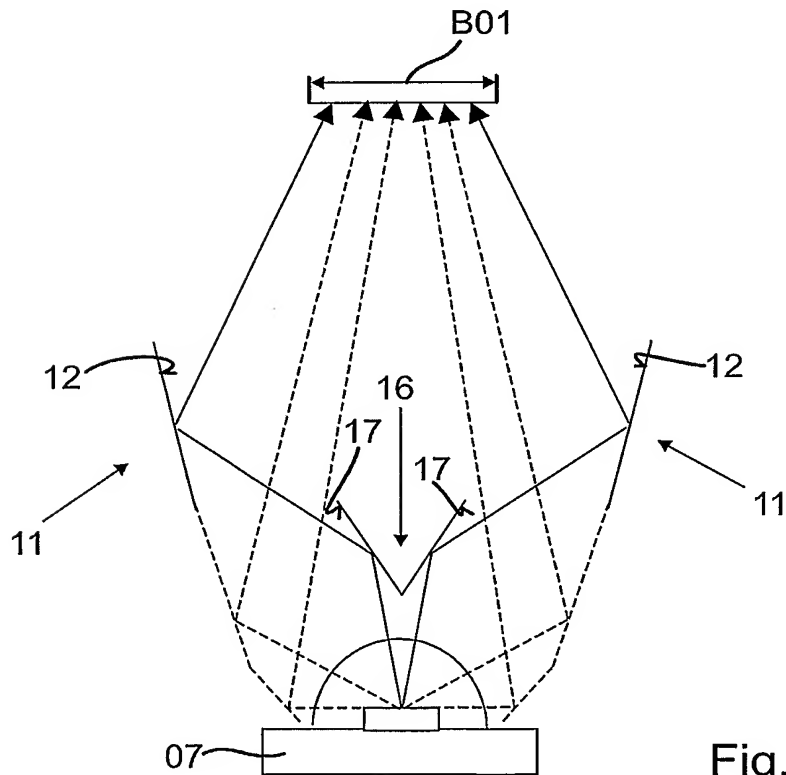


Fig. 19

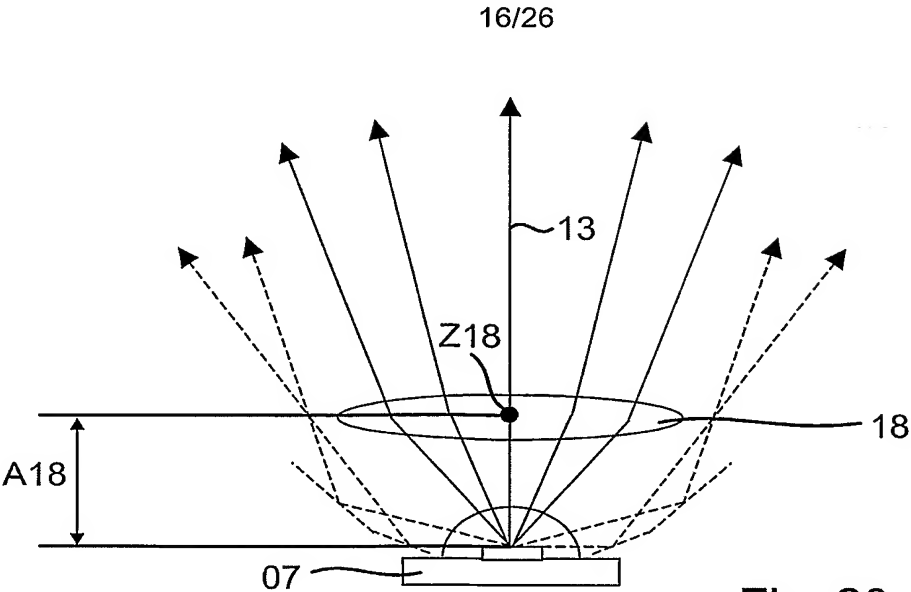


Fig. 20

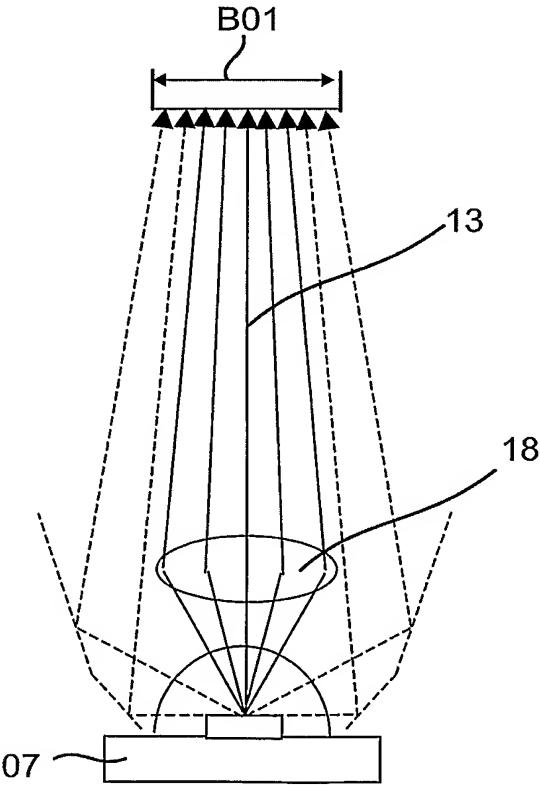
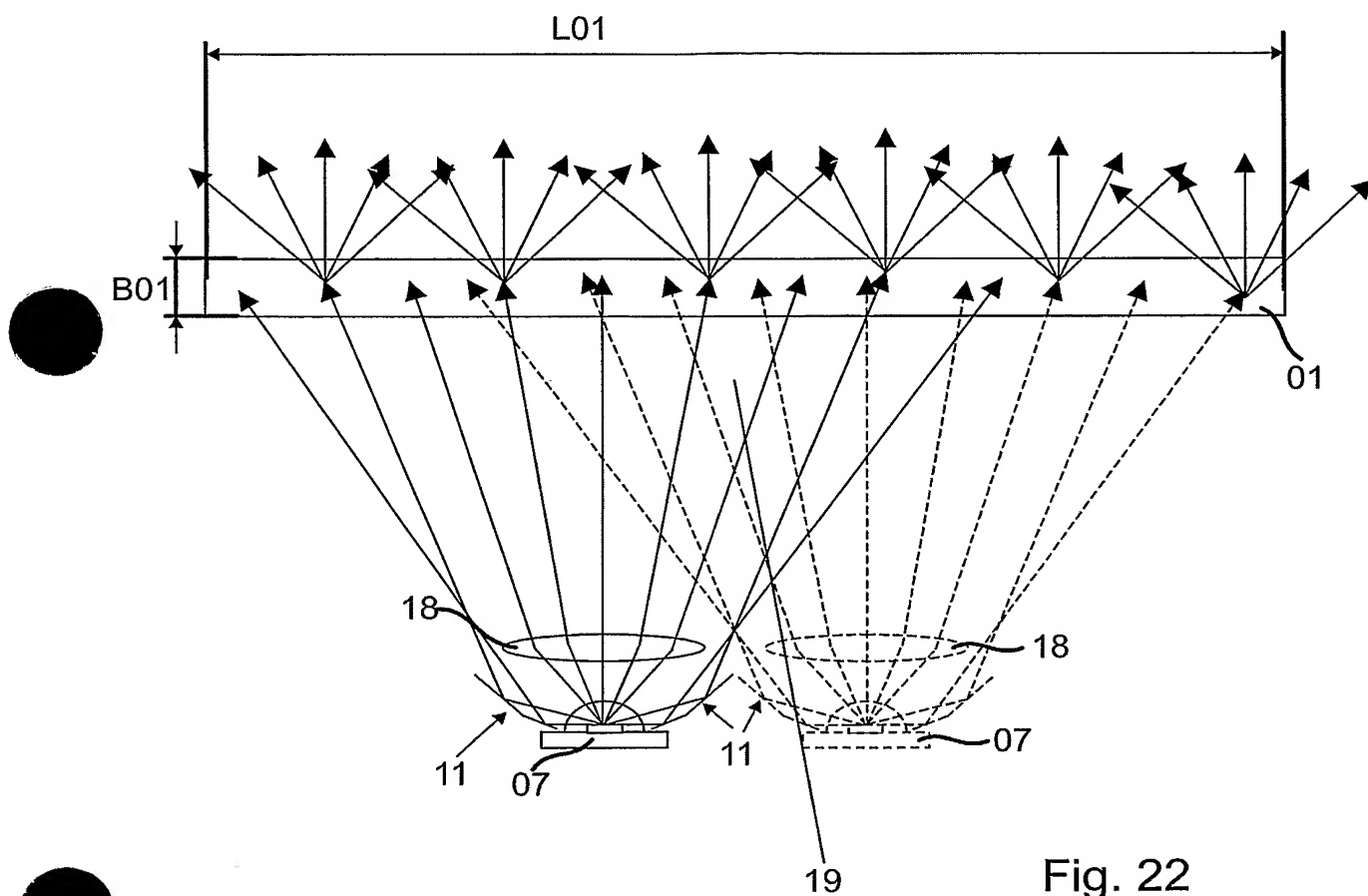


Fig. 21



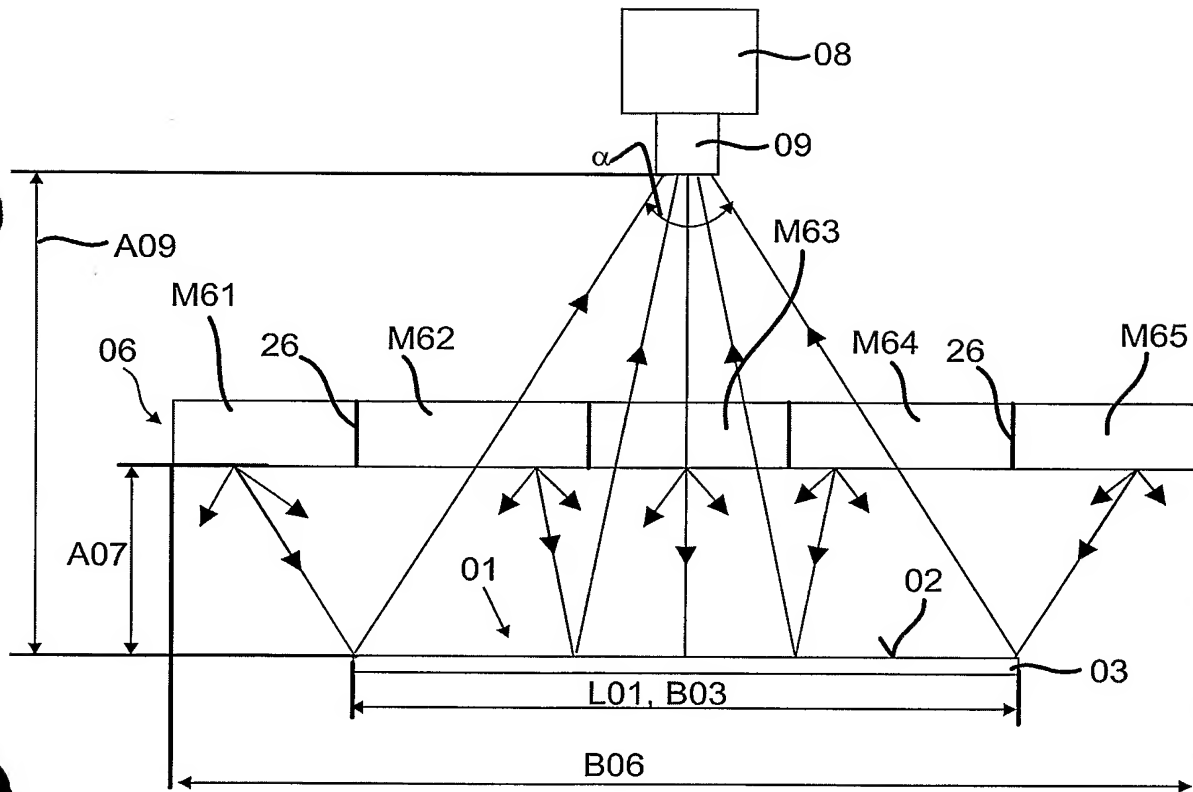


Fig. 23

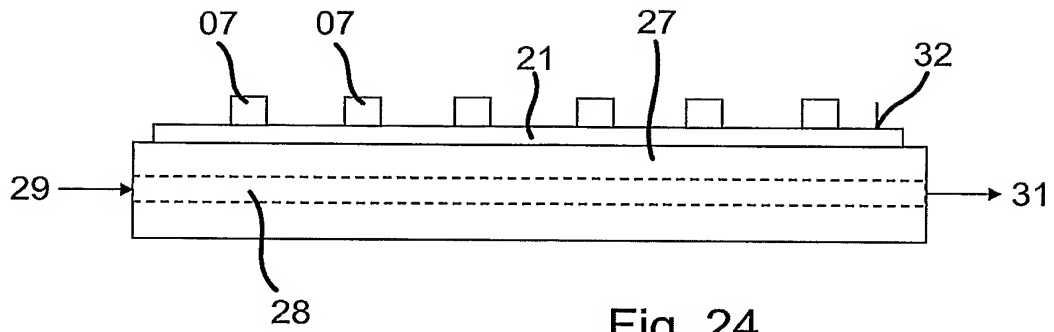


Fig. 24

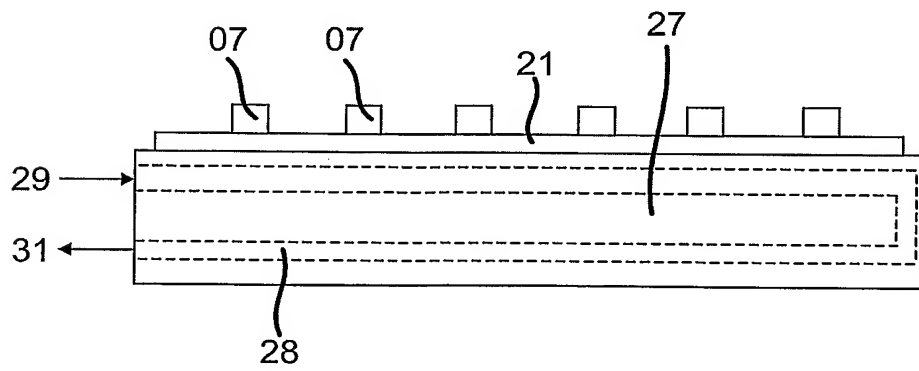


Fig. 25

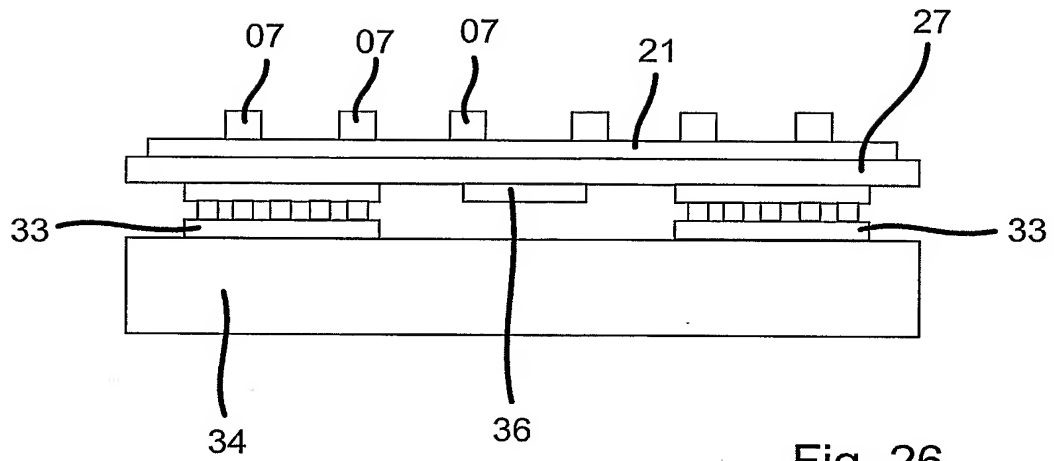


Fig. 26

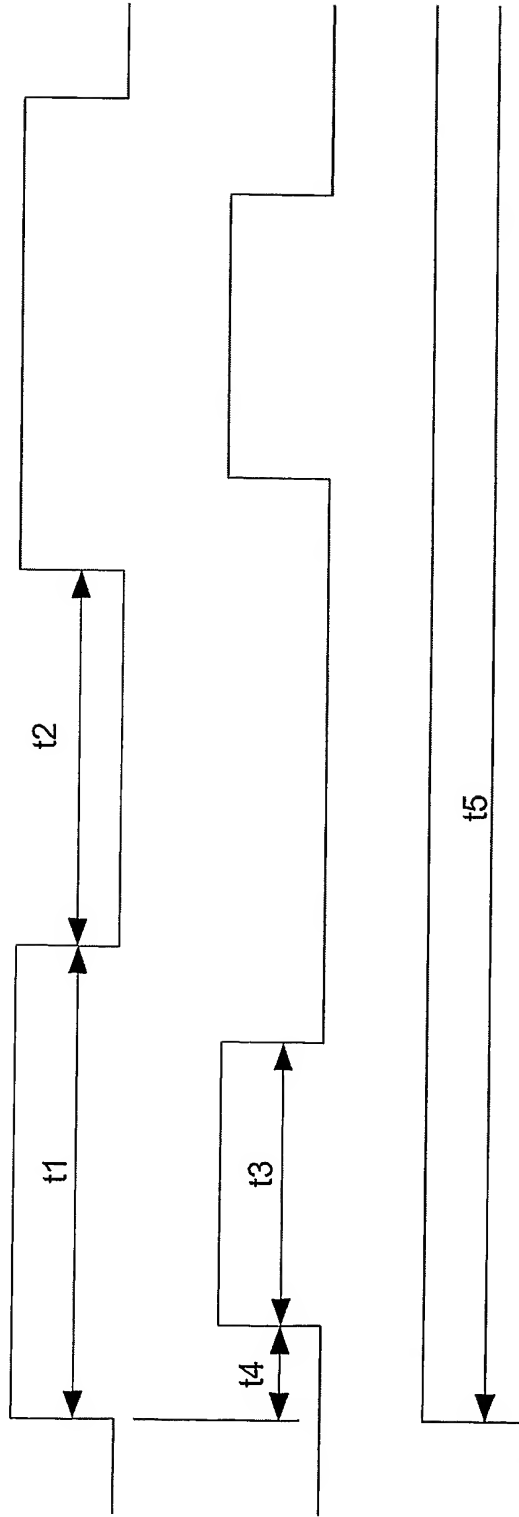


Fig. 27

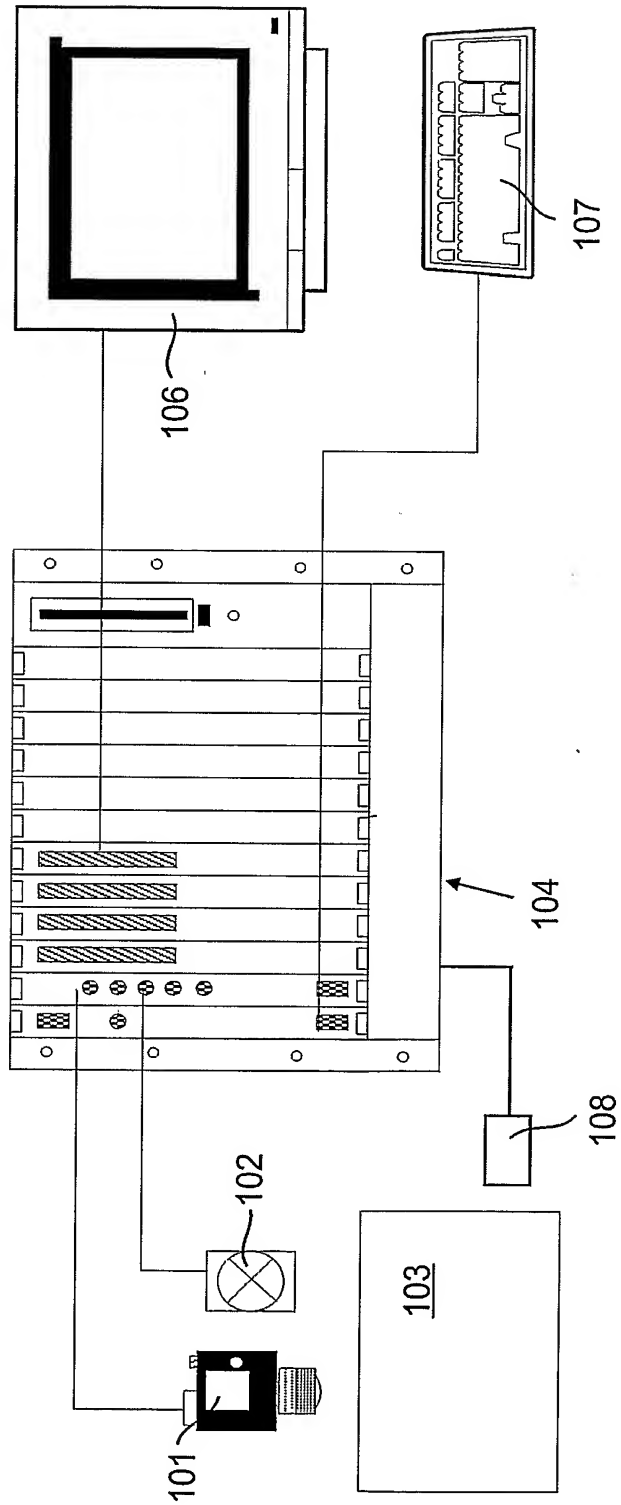


Fig. 28

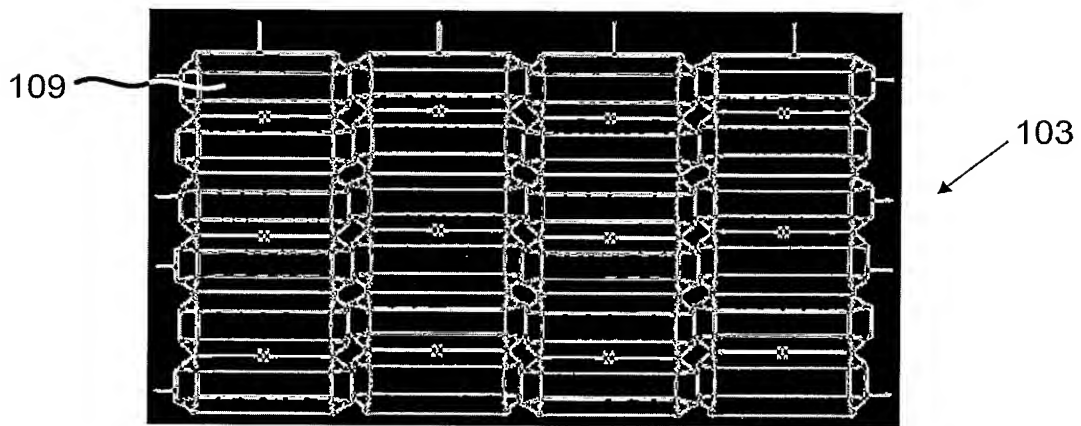


Fig. 29

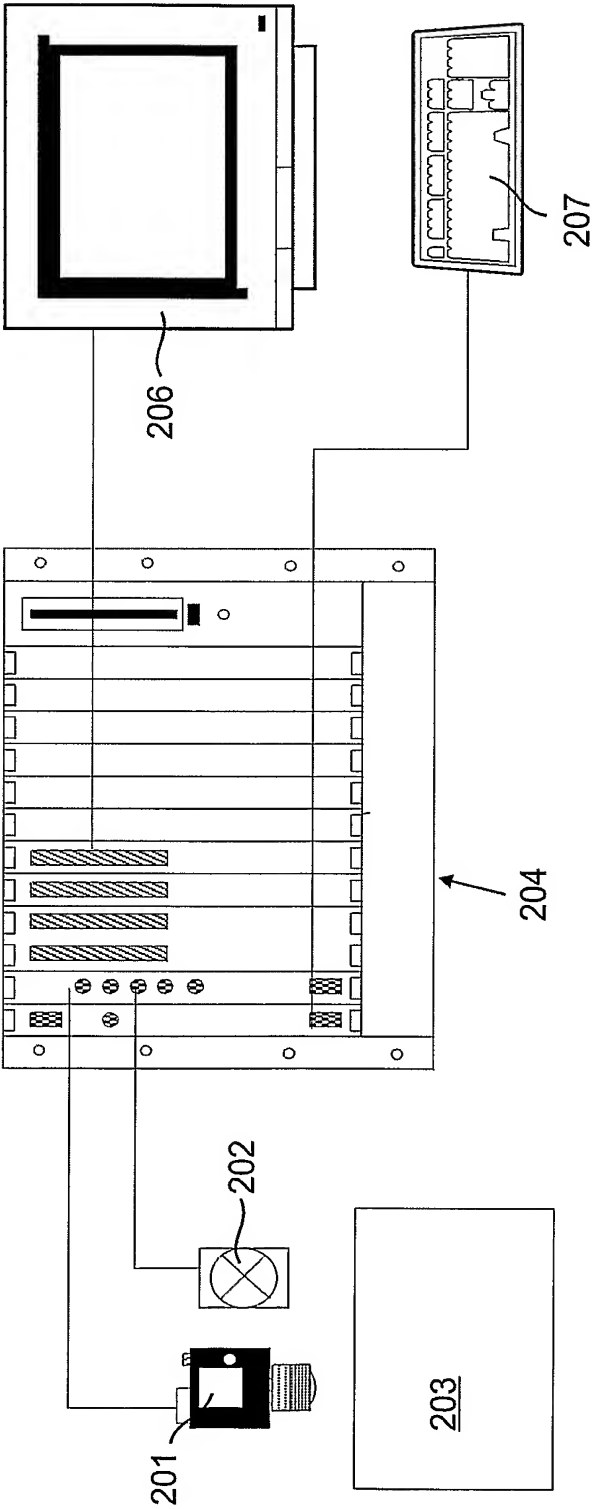


Fig. 30

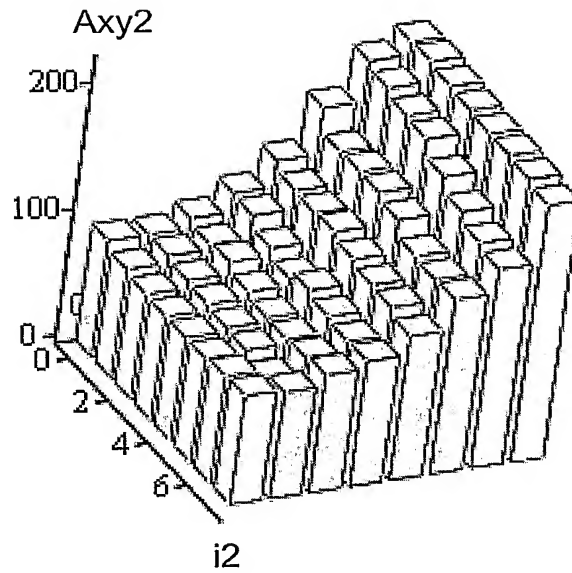


Fig. 31

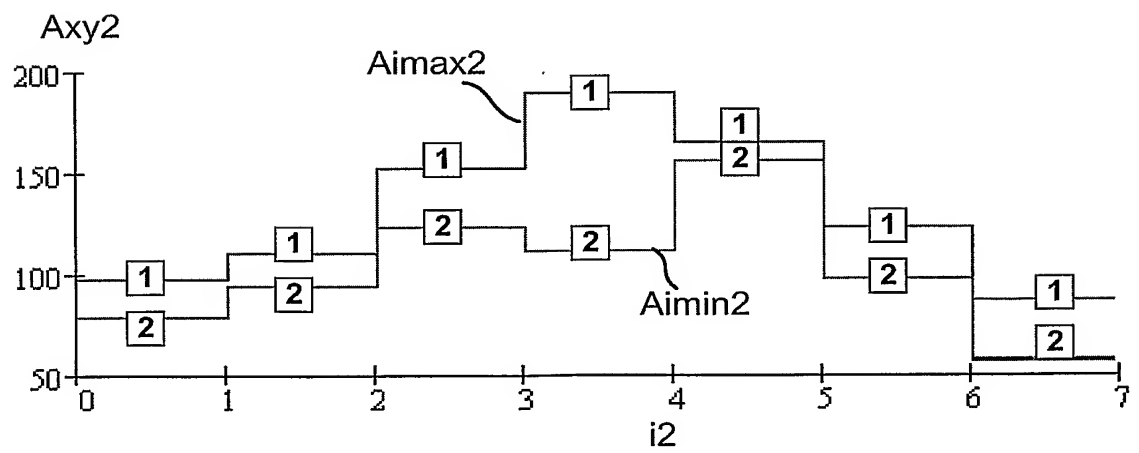


Fig. 32

26/26

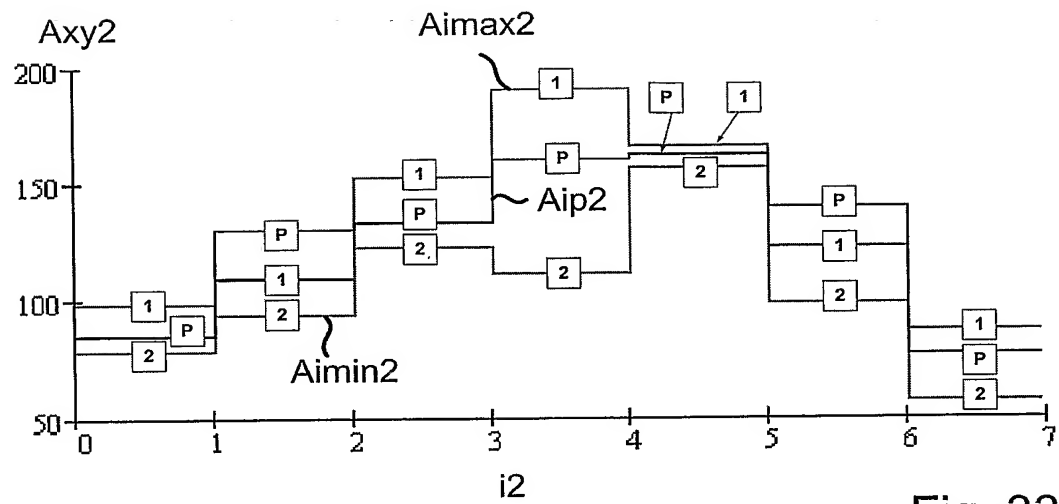


Fig. 33

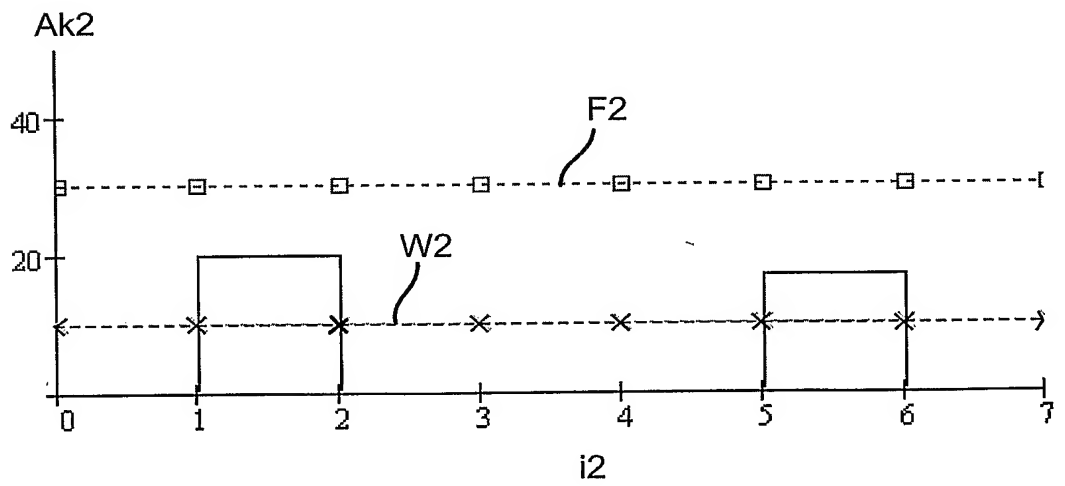


Fig. 34